FACULDADES INTEGRADAS TERESA D' ÁVILA – FATEA
INSTITUTO SUPERIOR DE PESQUISA E INICIAÇÃO CIENTÍFICA – ISPIC
COORDENAÇÃO DO CURSO DE DESENHO INDUSTRIAL

5º. WORKSHOP DE DESIGN E MATERIAIS

SELEÇÃO DE MATERIAIS E PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

APRESENTAÇÃO

Nesta 5ª Edição, o Workshop Design e Materiais dará continuidade aos encontros anteriores realizados em Londrina (UNOPAR, 2005), Bauru (UNESP, 2006), Porto Alegre (UFRGS, 2007) e Ouro Preto (UEMG, UFOP, REDEMAT, 2009) estabelecerá como um importante evento científico nacional, entrando definitivamente para o calendário da comunidade acadêmica interessada no desenvolvimento científico e tecnológico das diversas áreas.

As Faculdades Integradas Teresa D` Ávila – Rede Salesiana de Ensino em parceria com o curso de Desenho Industrial, que comemora 20 anos de existência, abrigará em suas dependências em Lorena, São Paulo, no período de 05 a 07 de outubro de 2010 os pesquisadores e profissionais das diversas áreas temáticas.

Em 2010, contaremos com a participação de pesquisadores em nível internacional e nacional por meio de palestras focando os assuntos de fronteira do conhecimento em áreas de Design, Seleção de Materiais, Processos de Fabricação e afins. O Workshop contará com conferências, palestra técnica e mini-cursos sobre tópicos inovadores.

Os trabalhos submetidos, e aceitos pelos avaliadores, serão apresentados na forma de comunicação oral proporcionando um ambiente dinâmico. Serão selecionados os 10 melhores trabalhos para publicação na Revista Científica “Janus” e a Revista DIFactum do curso de graduação em Desenho Industrial da FATEA, especializada em Design.

É com muita honra, orgulho e satisfação que organizamos este evento. Agradecemos aos colegas da Comissão Organizadora, da Comissão institucional e da Comissão Científica e Avaliadora de Trabalhos, aos Patrocinadores e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Cientifico e Tecnológico – CNPq pelo auxilio financeiro.

Desejamos que o Workshop seja um excelente encontro na socialização de conhecimento, troca de experiências e contudo o fio condutor na sinergia entre o Design e a Engenharia.

Sejam todos bem-vindos ao 5◦ Workshop de Design e Materiais – Seleção de Materiais e Processos de Fabricação e a cidade de Lorena, São Paulo!

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL:

- Socializar e ampliar o conhecimento sobre: Design, Seleção dos Materiais e Processos de Fabricação.

OBJETIVO ESPECÍFICO:

- Estimular a sinergia entre a indústria e universidades;
- Ampliar as áreas do Design e Engenharia;
- Despertar o interesse pela ciência (Design e Engenharia) nas escolas públicas e privadas em nível médio interagindo com os profissionais e estudantes de graduação e pós-graduação das áreas correlatas.

COMISSÃO EXECUTIVA

Prof. Ir. Dra. Olga de Sá – Diretora Geral da FATEA
Profa. Ir. Raquel Godoy Retz – Vice - Diretora da FATEA
Prof. Dr. Nelson Tavares Matias – FATEA
Prof. Dr. Rosinei Batista Ribeiro – FATEA
Prof. M.Sc. José Luiz de Miranda Alves – FATEA

COMISSÃO ORGANIZADORA

Instituto Superior de Pesquisa e Iniciação Científica, Programas de Pós-Graduação e Projetos PROPÓS, Núcleo de Tecnologia e Informação, Diretório Acadêmico, Núcleo de Publicações, Biblioteca “Conde de Moreira Lima”, Rádio Cultura AM 1460 de Lorena, Agência de Comunicação e Design, Escritório Executivo Júnior, Núcleo de Ensino à Distância e Coordenadores dos cursos.

Profa. Dra. Ir. Olga de Sá – FATEA
Profa. M. Sc. Ir. Raquel de Godoy Retz – FATEA
Prof. Dr. Rosinei Batista Ribeiro – FATEA – FATEC
Prof. Dr. Nelson Tavares Matias – FATEA – UERJ
Prof. Dr. Paulo Sérgio de Sena – FATEA
Prof. M. Sc. Jorge Luiz Rosa – FATEA – EEL-USP
Prof. M. Sc. Paulo Pina – FATEA – UNIP
Prof. M. Sc. Marcus Vinicius Gonçalves – FATEA – FATEC
Prof. Dr. Glauco Jose Rodrigues Azevedo – FATEA
Profa. Rosana Montemor – FATEA
Prof. Carlos André – FATEA – FAINC
Profº Drº Walter Moreira – FATEA

Cristiano Augusto Cunha Silva – FATEA
Marcelo Cabral Assis Ribeiro – FATEA
Leonardo Arthur Henrique – FATEA
Ana Elisa Martins da Silva – FATEA
Leoni Aparecida Cordeiro – Aluna do 4° ano de ADM – FATEA
Elder Lopes – Aluno do 4° ano de DI – FATEA
Ana Carolina Miki Martins – Aludo na do 3ª ano de PP – FATEA
Mariana de Castilho Bueno – Aluna 4° ano de DI – FATEA

COMITÊ CIENTÍFICO

Profa. Aline Santos – MMCB
Prof. André Canal Marques – UNISINOS
Prof. Fábio Gonçalves Teixeira – UFRGS
Prof. Fábio Pinto da Silva – UFRGS
Prof. Glauco José Azevedo Rodrigues – FATEA
Prof. Jairo Drummond Câmara – UEMG
Prof. João Fernando Marar – UNESP
Prof. Jorge Luiz Rosa – FATEA – EEL-USP
Prof. José Antonio Simões – Universidade de Aveiro/ Matosinhos – Portugal
Profa. Liciane Bertol– UFRGS
Prof. Marcelino Santana Rivas – UMCC – Cuba
Prof. Marcelo dos Santos Pereira – FEG – UNESP
Prof. Marcus Vinicius Gonçalves – FATEA – FATEC
Prof. Nelson Tavares Matias – FATEA – UERJ
Prof. Oscar Aguirre – Universidad ORT –Uruguai
Prof. Paulo Pina – FATEA – UNIP
Prof. Paulo Sérgio de Sena – FATEA – FARO
Profa. Ronise F. dos Santos – UFRGS
Prof. Rosinei Batista Ribeiro – FATEA – FATEC
Prof. Vilson João Batista – UFRGS
Prof. Walter Moreira – FATEA
Prof. Wilson Kindlein JúnioR – UFRGS
Prof. Yuri Walter – UFES

COMITÊ DE TECNOLOGIA

Assessoria de Informática, Instituto Superior de Pesquisa e Iniciação Científica, Núcleo de Desenvolvimento de Hipermídia, Laboratório de Relações Públicas e o núcleo Integrado de Comunicação.

REALIZAÇÃO

fatea

ISPIC

DESENHO INDUSTRIAL
FATEA • LORENA • SP

APOIO

CNPq

PATROCINIO

LORENPET

CIESP

Modernidade
móveis

OLGBER
Especialidades

APOLO TUBULARS

CONQUISTA
IMÓVEIS

CASARÃO
NA DUTRA

CASA
REX

PROGRAMAÇÃO

Dia 05/10/2010 – Terça – Feira

Horário	Evento:	Local
14:00 – 14:30	Boas-vindas com Credenciamento	Recepção
14:30 – 15:00	Sessão de Abertura - Comissão organizadora	Auditório Pasin
15:00 – 15:30	Intervalo – Coffe Break	Café Literário
15:30 – 16:30	**Conferência** **Tema: Desenvolvimento de Produtos e Engenharia Automotiva: Estudo de Caso** **Palestrante:** Aline Mayara Santos Ferraz – EDAG – Porto Real – RJ	Auditório Pasin

Apresentação de trabalhos – Auditório Pasin **Mediadores:** Professores Olga Arantes, Nelson Matias e Rosinei Ribeiro	
16:30 – 16:45	Aplicação da ferramenta da qualidade “GUT” no desenvolvimento de gerador eólico para aplicação urbana (FATEA)
16:45 – 17:00	Construção de modelos e protótipos orientados pela seleção e aplicação de materiais (UFRGS)
17:00 – 17:15	Análise de similares: seleção de materiais, design e caracterização de chupetas infantis (UFRGS)
17:15 – 17:30	Análise das texturas e modelamento virtual (3D) para cálculo volumétrico de utensílios cerâmicos arqueológicos (FATEA/EEL)
17:30 – 17:45	Influência do agente compatibilizante na absorção de água dos compósitos PP reforçados com fibras de celulose do bagaço de cana-de-açúcar (UniFOA)
17:45 – 18:00	Avaliação de um sistema de baixo custo para a digitalização tridimensional de partes do corpo humano (UFRGS)

19:00 – 20:00	**Abertura Oficial** **Direção Geral e Comissão Organizadora** **Sessão Cultural**	Espaço Arte
20:00 – 21:00	**Conferência** **Tema: Sinergia entre Design e Engenharia visando a inovação: a experiência do LdSM/UFRGS** **Palestrante (s) :** Prof. Wilson Kindlein Júnior – UFRGS Prof. Fabio Pinto da Silva – UFRGS	Espaço Arte

Apresentação de trabalhos – Espaço Arte **Mediadores:** Professores Jorge Rosa, Marcus Vinicius e Adriano Sorbile	
21:00 – 21:15	Análise computacional de tensões aplicado em prótese de quadril (FATEA/UNIVAP)
21:15 – 21:30	Panorama do setor de gemas e materiais Gemológicos do Rio grande do sul (UFRGS)
21:30 – 21:45	Desenvolvimento de comunicação visual para embalagens de preservativo (FATEA)
21:45 – 22:00	Órtese para manipulação de teclados de computadores (FATEA)
22:00 – 22:15	Desenvolvimento de um dispositivo elevatório para abertura e fechamento de cilindros de laminação (FATEA)

Dia 06/10/2010 - Quarta - Feira

Apresentação de trabalhos – Auditório Pasin **Mediadores:** Professores Paulo Sena, Paulo Pina e Marcilio Faria	
13:15 – 13:30	Interação entre laser e materiais naturais: exemplos em ágata (UFRGS)
13:30 – 13:45	Conexões Etnoecológicas Reveladas em *Designs* de Cerâmicas de Sítio Arqueológico (FATEA)
13:45 – 14:00	Seleção de materiais: análise de similares de acessório esportivo, óculos de natação (UFRGS)
14:00 – 14:15	Análise de três cartazes de filmes do diretor Timothy Walter Burton (Tim Burton) (FATEA)
14:15 – 14:30	Redesign de embalagem do leite puro Milk (FATEA)
14:30 – 14:45	Proposta de sistema de fechamento para embalagens flexíveis do tipo envoltório para biscoito (FATEA)
14:45 – 15:00	Desenvolvimento de mobiliário modular (FATEA)
15:00 – 15:15	Caracterização microestrutural de tailored blanks compostos por aços bifásico e BH, soldados à laser, para aplicação na indústria automobilística (UNESP)
15:15 – 15:30	Redesign jornal o Santuário de Aparecida (FATEA)

Apresentação de trabalhos – Sala 57 **Mediadores:** Professores Rosinei Ribeiro, Nelson Matias e Thayná Monteiro	
13:15 – 13:30	Desenvolvimento de paraciclo: Estudo de caso da cidade de Lorena (FATEA)
13:30 – 13:45	Identificação de precipitados através da análise de imagens de alta resolução (UFSC)
13:45 – 14:00	Ilustração de livros infantis educativos para crianças com dislexia (FATEA)
14:00 – 14:15	Desenvolvimento de órtese de uso noturno para tratamento de fascite plantar (UFRGS)
14:15 – 14:30	Aplicação de texturas táteis em rótulos de PVC: um estudo teórico (UFRGS)
14:30 – 14:45	Aplicações de microcápsulas: design de produto e gráfico (UFRGS)

14:45 – 15:00	Caffenol: um processo alternativo em revelação fotográfica de filmes preto-e-branco (UFRGS)
15:00 – 15:15	Desenvolvimento de aplicativos gráficos virtuais para pesquisa em materiais e processos voltada a área do design (UFRGS)
15:15 – 15:30	Tratamento de gemas por irradiação (UFRGS)

15:30 – 16:00	Intervalo – Coffe Break	Café Literário
16:00 – 17:00	**Conferência** **Tema: Desenvolvimento Equipamentos de Instrumentação Oceanográfica** **Palestrante:** Prof. Yuri Walter - UFES	Auditório - Pasin
17:00	**Lançamento do livro** FERRANTE / A Materialização da Idéia - Noções de Materiais para Design de Produto – LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora LTDA Yuri Walter - UFES	Auditório - Pasin
19:00 – 20:00	**Atividade Cultural**	Espaço Arte

Apresentação de trabalhos – Auditório Pasin **Mediadores:** Professores Marcelo Pereira, Jorge Rosa e Everaldo Pinheiro	
20:15 – 20:30	Design sustentável: produção artesanal com resíduos vegetais do cerrado mineiro (UEMG)
20:30 – 20:45	Roupas de papel: criatividade e alternativas (ESTÁCIO)
20:45 – 21:00	A prototipagem rápida e sua interface no design de produto (UNESP - FEG)
21:00 – 21:15	Estudo da usinagem de espumas de poliuretano(UFRGS)
21:15 – 21:30	Biojoia: aplicação de materiais naturais na joalheria (UEMG)
21:30 – 21:45	Análise de similares: sacolas plásticas (UFRGS)
21:45 – 22:00	Quadro de bicicleta em acrílico (FATEA)

Apresentação de trabalhos – Sala 57 **Mediadores:** Professores Sabrina Mariotto, Marcelino Rivas e Paula Mayumi	
20:30 – 20:45	Obtenção, caracterização e possíveis aplicações de micro/nanocápsulas poliméricas visando à percepção olfativa (UFRGS)
20:45 – 21:00	Grãos de alginato aplicados na microencapsulação (UFRGS)
21:00 – 21:15	Desenvolvimento de geometrias para o núcleo de painéis tipo sanduíche através da digitalização tridimensional de conchas de fósseis de moluscos cefalópodes (UFRGS)
21:15 – 21:30	Microcápsulas luminescentes: obtenção, caracterização e aplicação (UFRGS)
21:30 – 21:45	Biônica: processo criativo e aplicação (UFRGS)
21:45 – 22:00	Conforto térmico em assentos de cadeiras de rodas através da aplicação de nanocápsulas de parafina em espumas (UFRGS)
22:00 – 22:15	Sustentabilidade na seleção e aplicação de materiais em sinalização (UFRGS)

22:15	**Confraternização**	A definir

Dia 07/10/2010 – Quinta – Feira

Apresentação de trabalhos – Auditório Pasin **Mediadores:** Daniela Mollinari, Yuri Walter e Rosinei Ribeiro	
13:00 – 13:15	Estudo da modificação química no comportamento mecânico dos compósitos PEAD reforçado com fibra provenientes da coroa do abacaxi (UniFOA)
13:15 – 13:30	Desenvolvimento de um processo para reciclagem de isopor (poliestireno expandido) utilizando solventes e sua aplicação na área do Ecodesign – luminária ecológica (UNESP/Faac)
13:30 – 13:45	Poltrona com suporte para notebook (FATEA)
13:45 – 14:00	Projeto gráfico de estampas para customização de notebooks (FATEA)
14:00 – 14:15	Avaliação dos nanocompósitos celulose e lignina em resinas poliuretanas no design de calçados: dados preliminares (FATEA)
14:15 – 14:30	Design de embalagem – Indústria regional e tecnologias (FATEA)
14:30 – 14:45	Redesign de bolsa de bebê (FATEA)
14:45 – 15:00	Estudo de materiais sustentáveis para aplicação em revestimentos internos de automóveis (UniFOA)
15:00 – 15:15	Comportamento mecânico dos compósitos PP reforçados com fibras do bagaço de cana de açúcar (UniFOA)
15:15 – 15:30	Análise de superfície de PP e PEAD com Fibras de Banana após os testes de degradação em diferentes meios (FATEA)
15:30 – 15:45	Aplicação e análise de protótipos na metodologia de projeto para design de mobiliário: Um estudo de caso (UNESP/FAAC)

15:45 – 16:15	Intervalo – Coffe Break	Café Literário

Apresentação de trabalhos – Auditório Pasin **Mediadores:** Rosinei Ribeiro, Nelson Matias e Paula Mayumi	
17:00 – 17:15	Projeto de sinalização para o Colégio são Joaquim e centro universitário Salesiano de São Paulo U.E. Lorena (FATEA)
17:15 – 17:30	Influência do tipo de tratamento na absorção de água dos compósitos PEAD reforçados com fibras de algodão (UniFOA)
17:30 – 17:45	Estudo da modificação química no comportamento mecânico dos compósitos PP reforçado com fibra provenientes do bagaço de abacaxi (UniFOA)
18:00 – 18:15	Lumigram (FATEA)
18:15 – 18:30	O uso da fibra de bagaço de cana-de-açúcar no reforço de compósitos poliméricos (UniFOA)

19:00 – 20:00	**Conferência** **Tema: Materiais Duros aplicados nas Indústrias Petrolíferas.** **Palestrante:** Prof. Marcelino Rivas – Universidad de Matanzas – UMCC – Cuba	Auditório – Pasin
20:00	Cerimônia de Encerramento	Auditório José Luiz Pasin
20:00 – 21:00	Desfile DIF- alunos do 2° ano de Design – FATEA	Espaço Arte

* A data da palestra ministrada pelo Prof. Marcelino Rivas foi alterada devido às dificuldades com a documentação e o tramite para a sua viagem.

MODALIDADE: INICIAÇÃO CIENTÍFICA

OBTENÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E POSSÍVEIS APLICAÇÕES DE MICRO/NANOCÁPSULAS POLIMÉRICAS VISANDO À PERCEPÇÃO OLFATIVA

Camila Ferreira Escobar
Tatiana Louise Avila de Campos Rocha
Liane Roldo
Wilson Kindlein Jr.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Resumo:

O projeto que compreende a obtenção, caracterização e aplicação de micro/nanocápsulas vem sendo desenvolvido desde 2007 no Laboratório de Design e Seleção de Materiais (LdSM). As microcápsulas podem ser obtidas por diferentes processos e tem a finalidade de reter substâncias capazes de diferenciar produtos, através da otimização de potencialidades ou acrescentar funções a este. A escolha do método de microencapsulamento empregado depende da natureza do material que será encapsulado, principalmente sua solubilidade, mecanismo de liberação desta substância, morfologia e circunstâncias envolvidas na manufatura do produto. São utilizadas em diversos segmentos da indústria, como farmacêutica, de cosméticos, produtos alimentícios e agroindústria, porém sua inserção no desenvolvimento de produtos é pouco explorada. Neste estudo é apresentado o microencapsulamento de óleos essenciais via técnica de polimerização interfacial, e tem como objetivo principal a obtenção, caracterização e propor possíveis aplicações relacionadas com a percepção olfativa no design de produtos inovadores, através da fabricação de micropartículas e materiais que contemplem as propriedades olfativas incorporadas no "*Bulk*" do produto. Como material de recobrimento foi utilizada a resina melamina formaldeído. O procedimento experimental de obtenção das microcápsulas consiste do preparo de uma emulsão estável óleo/água com adição do surfactante e da preparação do pré-polímero de melamina formaldeído, para posteriormente ser adicionado à emulsão para formação das microcápsulas e, finalmente, lavagem para retirada de material não microencapsulado remanescente e secagem. Para caracterização das microcápsulas foram realizadas análises de composição química através de espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) e estabilidade térmica por análise termogravimétrica (TGA) nas microcápsulas, no material de recobrimento e no óleo essencial. A morfologia e o tamanho de partícula foram obtidos através de microscopia eletrônica de varredura (MEV). No espectrograma da análise por FTIR das microcápsulas foram encontrados picos provenientes do material de

recobrimento e do óleo essencial, na análise por TGA a temperatura média de degradação ocorre em aproximadamente 300°C e através da análise por MEV observou que o tamanho de partícula e morfologia das microcápsulas variaram de acordo com o tipo de surfactante empregado no procedimento experimental, apresentando na maioria dos casos morfologia esférica e lisa. Pode-se concluir que foi microencapsulado óleo essencial pelo método de polimerização interfacial. As microcápsulas apresentaram alta temperatura média de degradação devido à resina melamina formaldeido (comparado com outros materiais poliméricos), o tamanho das microcápsulas e a morfologia são diretamente dependentes do surfactante utilizado. A aplicação de microcápsulas olfativas em produtos pode promover a diferenciação deste, não somente no desenvolvimento do sentido estético como também o lado funcional, atribuindo sensações agradáveis e de limpeza, como no caso da inserção em vestimentas, transmitir conforto e bem estar inserindo microcápsulas com cheiro de ervas em roupas de cama, desenvolver o sentido olfativo de crianças com aplicação em brinquedos e livros pedagógicos, associado com substâncias bactericidas pode ser empregado em calçados a fim de minimizar odores desagradáveis, uso em embalagens alimentícias, com a finalidade de atrair o cliente a consumir o produto. Este trabalho foi realizado com o apoio do Centro de Microscopia Eletrônica - UFRGS e o CNPq.

Palavras-chave: Micro/nanocápsulas; Percepção olfativa; Desenvolvimento de produtos.

ROUPAS DE PAPEL: CRIATIVIDADE E ALTERNATIVAS

Fernanda Bonizol Ferrari
Leda Silva Barra
Paola Aquino Souza
Laiza Duarte Menezes
Patricia Moreno

Faculdade Estácio de Sá - Juiz de Fora

Resumo:

Parte importante do universo do design, a moda representa também uma das formas de expressão artística de mais fácil acesso, sendo amplamente conhecida e difundida, em diversos meios e camadas sociais. Trata-se, portanto, de uma manifestação capaz de demonstrar identidades e comportamentos sócio-históricos. Sendo assim, a moda ultrapassa as questões da mera necessidade e estimula um interesse especial quando tratamos da vestimenta de uma sociedade. Como em poucos ramos, a questão das tendências são sempre observadas, seguidas e/ou transformadas, criando um processo de circulação de idéias em constante mutação. Dessa forma, mais do que cobrir e proteger o corpo, a moda está sempre presente na vida da sociedade e é capaz de atingir a cada indivíduo singularmente. Considerando as possibilidades de interação observadas entre a moda e a arte, bem como o interesse da população na área, foi proposta a realização de um desfile em um evento beneficente, cujo tema norteador era os marcos principais na História da moda. Neste desfile os modelos apresentados deveriam obrigatoriamente ser elaborados com materiais alternativos. O objetivo do trabalho foi justamente chamar a atenção do público tanto para as questões sócio-ambientais como para a situação de escassez de matéria prima e conscientização para o aproveitamento das mesmas. Dentro desta proposta, optamos por utilizar como matéria prima para a confecção dos modelos o papel, podendo este ser reciclado ou reciclável, além disso, as roupas deveriam ser confeccionadas tendo como embasamento as técnicas de modelagem aprendidas durante o curso. O resultado foi um desfile surpreendente por mostrar roupas de papel com aspecto e caimento como se fossem de tecidos e cujo desfecho apresentou um vestido de noiva e de sua dama de honra confeccionados em papel de seda e o buque produzido com papel alumínio.

Palavras-chave: Design; Moda; Papel.

ESTUDO DA MODIFICAÇÃO QUÍMICA NO COMPORTAMENTO MECÂNICO DOS COMPÓSITOS PEAD REFORÇADO COM FIBRA PROVENIENTES DA COROA DO ABACAXI

Anna Beatriz Petrillo Freitas
Hugo Batista Carvalho
Daniella Regina Mulinari
Shane Aparecida Goulart

Centro Universitário de Volta Redonda - UNIFOA

Resumo:

O interesse no estudo e desenvolvimento de produtos biodegradáveis e de matéria prima renovável tem aumentado nos últimos anos. Esses estudos têm como objetivo a preservação do meio ambiente e diminuição da dependência de materiais derivados do petróleo.Neste contexto, os compósitos poliméricos com fibras vegetais surgem como uma boa alternativa no campo dos materiais para aplicações de engenharia. As fibras vegetais além de melhorar as propriedades mecânicas do compósito diminuem o custo. Tais fibras já são utilizadas na fabricação de peças de automóveis proporcionando qualidade e bem estar ao usuário. Dentre suas formas de aplicação estão o uso no enchimento de bancos e encostos de cabeça, laterais e painéis de portas, painel de instrumentos, canal de ar, revestimento do teto, caixa de rodas e outros. A proposta de utilização, como por exemplo, a fibra proveniente da coroa do abacaxi, é muito interessante. O abacaxi está entre as frutas mais produzidas e consumidas no Brasil, na qual a coroa é um excedente que não apresenta nenhuma utilidade econômica. E, além disso, a fibra do abacaxi poderá apresentar boas propriedades mecânicas ao serem inseridas na matriz polimérica devido ao seu alto teor de celulose (70-82%). No entanto, a principal desvantagem de compósitos poliméricos reforçados com fibras vegetais é a baixa compatibilidade entre o reforço e a matriz. Dessa forma, inúmeros tratamentos físicos e químicos têm sido desenvolvidos para melhorar a adesão entre fibras vegetais e matrizes poliméricas e consequentemente aumentar as propriedades mecânicas dos compósitos. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tratamento das fibras sobre as propriedades mecânicas dos compósitos de PEAD reforçados com fibras provenientes da coroa do abacaxi modificadas com NaOH. A modificação química das fibras provenientes da coroa do abacaxi foi realizada com solução alcalina de NaOH 10% m/v. As fibras ficaram em contato com a solução alcalina por 1 hora a 25 ^{o}C sob agitação mecânica. Após este período, as fibras foram filtradas e lavadas com água destilada até que o resíduo da filtragem atingisse pH neutro a fim de remover todas as impurezas e as substâncias solúveis provenientes do tratamento químico. Em seguida as fibras foram secas em uma estufa a 50 ºC, por aproximadamente 24 horas. Os compósitos reforçados com 5 % em massa foram obtidos em um misturador termocinético. Após moagem em moinho

granulador os mesmos foram injetados em molde com dimensões específicas para ensaios mecânicos de tração. Os resultados obtidos demonstraram que a modificação química realizada nas fibras influenciou nas propriedades mecânicas dos compósitos PEAD reforçados com fibras provenientes da coroa do abacaxi.

.

Palavras-chave: Fibras da coroa do abacaxi; Polietileno de alta densidade; Propriedades Mecânicas; Adesão.

ESTUDO DE MATERIAIS SUSTENTÁVEIS PARA APLICAÇÃO EM REVESTIMENTOS INTERNOS DE AUTOMÓVEIS

Pedro Oliveira Silva
Daniella Regina Mulinari

Centro Universitário de Volta Redonda - UNIFOA

Resumo:

Atualmente os problemas ambientais do nosso planeta vêm se agravando. Dessa forma vários projetos têm sido propostos com o intuito de diminuir o impacto ambiental. Por isso, a utilização de materiais biodegradáveis, tais como fibras naturais, tem chamado a atenção das empresas, a fim de diminuir o custo, a densidade e principalmente impacto ambiental. As indústrias do setor automobilístico vêm utilizando esses materiais, para o desenvolvimento de revestimentos internos dos automóveis, tais como porta, banco, painel, lateral, teto. Portanto, o objetivo desse trabalho, foi estudar a fibra proveniente do pseudocaule da bananeira como reforço em polietileno de alta densidade (PEAD), como uma alternativa para aplicação em revestimentos interno de automóveis. Para atingir o objetivo proposto, as fibras foram secas em estufa a 50°C por 48 horas, a fim de remover a umidade. Em seguida as fibras sofreram processos físicos de trituração e peneiração. Posteriormente foram tratadas com solução de H_2SO_4 1% m/v em um reator piloto de 350 L munido de agitação mecânica por 20 min a 120 ^oC. Após o tratamento, as fibras foram filtradas e lavadas com água até que o resíduo da filtragem atingisse pH neutro a fim de remover substâncias solúveis. Em seguida as fibras foram secas em uma estufa a 50 ºC por 24 horas. Posteriormente, os compósitos foram obtidos em um misturador termocinético de alta intensidade para plásticos (Dryser) (5 e 10% em massa de reforço). Após a obtenção dos compósitos, esses foram levados para o moinho granulador onde foram triturados. Os compósitos moídos e secos em estufa por 1 h a 80^0C. Em seguida, foram moldados por injeção nas dimensões de acordo com a norma ASTM D 638 para a realização dos ensaios de tração. Esses ensaios foram realizados no Laboratório de Ensaios Mecânicos do UniFOA, utilizando a máquina de ensaio EMIC. Foram avaliadas a resistência à tração, o alongamento e módulo de elasticidade. A partir dos resultados obtidos foi observado que a inserção de fibras na matriz de PEAD influenciou positivamente nas propriedades mecânicas quando comparado ao PEAD puro, e uma possível redução no custo sugere uma aplicação industrial do produto final.

Palavras-chave: Pseudocaule da bananeira; PEAD; Resistência à tração.

workshop DESIGN&MATERIAIS

ANÁLISE DAS TEXTURAS E MODELAMENTO VIRTUAL (3D) PARA CÁLCULO VOLUMÉTRICO DE UTENSÍLIOS CERÂMICOS ARQUEOLÓGICOS

André Luiz Giovaneti
Simone Pereira Taguchi
Rosinei Batista Ribeiro
Sara Jeiéle Leone Rosa
Letícia Borges
Janaína Prudente Nascimento

Centro Universitário de Volta Redonda -UNIFOA
Faculdades Integradas Teresa D'Ávila – FATEA
Escola de Engenharia de Lorena – EEL/USP

Resumo

As cerâmicas arqueológicas indígenas possuem diversos detalhes superficiais e de formatos característicos de cada padrão cultural. As cerâmicas arqueológicas indígenas do Sítio Arqueológico Caninhas, Canas-SP, é de origem Tupi-Guarani, composto de aproximadamente 4000 peças/fragmentos. As texturas da superfície e cálculo volumétrico dos utensílios de uso doméstico indígena foram determinadas para análise da identidade e costumes da região. A análise da superfície foi realizada por microscopia ótica, apresentando texturas lisas, corrugadas, unguladas e escovadas, dependendo do tipo de utensílios. Foi utilizado o programa Solid Works com aplicativo Cosmus, para modelamento virtual 3D para calcular o volume das peças. Para este cálculo, previamente os fragmentos foram inventariados, colados, medidos e digitalizados. A correlação do tipo de utensílio, textura e volume ocupado têm o objetivo de determinar o costume alimentar e social dos indígenas. É uma contribuição da engenharia de materiais para incentivar a valorização patrimonial e cultural do Vale do Paraíba-SP.

Palavras-chave: Cerâmica; Arqueologia; Modelamento virtual; Engenharia de Materiais.

05 workshop DESIGN&MATERIAIS

INFLUÊNCIA DO TIPO DE TRATAMENTO NA ABSORÇÃO DE ÁGUA DOS COMPÓSITOS PEAD REFORÇADOS COM FIBRAS DE ALGODÃO

Juliana Mattos Catta Preta
Patrícia da Silva Souza
Daniella Regina Mulinari

Centro Universitário de Volta Redonda - UNIFOA

Resumo:

A absorção de umidade em plásticos, em geral, é baixa, enquanto as fibras naturais possuem a tendência de absorver umidade. Esses materiais mudam as suas dimensões quando absorvem umidade, porque a parede celular possui grupos hidroxila que interagem com água por meio de ligações de hidrogênio. A absorção de água, dependendo da intensidade com que aconteça, pode levar a perda de estabilidade dimensional e modificações nas propriedades mecânicas. Para minimizar esses problemas devido aos grupos hidroxilas da fibra, o ideal é realizar uma modificação na superfície da mesma. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência do tipo de tratamento realizado na superfície da fibra quanto à absorção de água dos compósitos de polietileno de alta densidade (PEAD) reforçados com fibras de algodão. A influência da absorção de água nos compósitos PEAD reforçados com 15% m/m de fibras de algodão modificadas com solução ácida e lavadas realizada de acordo com a norma ASTM D 570. Os corpos de prova foram medidos, pesados e imersos em água destilada, à temperatura ambiente. Em intervalos de tempo pré-determinados, foram retirados da água, pesados em uma balança e novamente recolocados no banho. Esse procedimento foi repetido até a saturação. Ao final do ensaio foi obtida a curva de absorção de água (%) *versus* tempo de imersão (dias). Os resultados obtidos revelaram os compósitos reforçados com fibras de algodão modificada apresentaram menor absorção de água quando comparados ao compósitos reforçado com fibras de algodão lavada. Esses dados podem ser explicados devido à modificação realizada na superfície das fibras. No entanto, foi observado que a absorção de água foi baixa menos que 1%. Dessa forma, pode-se concluir que nesses compósitos, independentemente do tratamento, ambos absorveram percentuais mínimos de água, o que torna esses materiais interessantes.

Palavras-chave: Fibras de algodão; Polietileno de alta densidade; Absorção de água

ESTUDO DA MODIFICAÇÃO QUÍMICA NO COMPORTAMENTO MECÂNICO DOS COMPÓSITOS PP REFORÇADO COM FIBRA PROVENIENTES DO BAGAÇO DE ABACAXI

Taíse Azevedo Sousa
Daniella Regina Mulinari
Marco Antônio Furtado Augusto
Adauri Silveira Rodrigues
Carlos Emílio S. Delgado
Marcel Ferreira Marques

Centro Universitário de Volta Redonda - UNIFOA

Resumo:

Durante a Conferência da ONU realizada em Estocolmo em 1972, aumentou-se significativamente a preocupação da sociedade, com os desequilíbrios econômico, social e ambiental. Foi o marco da idéia de desenvolvimento sustentável; este concilia o desenvolvimento a partir da exploração dos recursos produtivos, com a preservação ambiental. Almejando uma melhoria para as futuras gerações, com a consciência de produção menos poluente e impacto mínimo no ecossistema. O conceito de desenvolvimento sustentável visa uma produção de materiais ecológicos de baixo custo e redução do consumo de energia, bem como a perpetuação de um ambiente saudável. Os materiais compósitos, que utilizam fibras naturais, vêm ganhando destaque no desenvolvimento de peças automobilísticas e na indústria aeroespacial, por apresentarem vantagens de custo benefício e leveza, e até mesmo sua degradação. E dentre as fibras naturais, o bagaço de abacaxi é interessante. Segundo Carvalho & Clemente (1981), o abacaxizeiro é uma planta, da qual apenas 22,5% correspondem à polpa do fruto, comestível e altamente industrializada. Dos 77,5% restantes, a casca contribui com 4,5% e a parte vegetativa com 73%. A fibra apresenta excelentes propriedades mecânicas, para inserção na matriz polimérica devido ao alto teor de celulose, porém apresenta como desvantagem a baixa compatibilidade entre reforço e matriz. Dessa forma, vários tratamentos têm sido realizados para melhorar a adesão fibra/matriz. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento mecânico dos compósitos polipropileno (PP) reforçado com fibras de bagaço do abacaxi tratadas com solução ácida (H_2SO_4) com diferentes teores de fibras (10% e 20% m/m). Os compósitos foram obtidos em um misturador termocinético de alta intensidade para plásticos (Dryser). Após a obtenção dos compósitos, esses foram levados para o moinho granulador e secos em estufa por 1 h a 80^0C. Em seguida, foram moldados por injeção nas dimensões de acordo com a norma ASTM D 6110 - 06 com 12 mm de largura, 63,5 mm de comprimento e 12 mm de espessura para a realização dos ensaios de impacto. Esses ensaios foram realizados no Laboratório de Ensaios Mecânicos do Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA), utilizando o

equipamento de ensaio do tipo Charpy. Foram avaliadas a energia absorvida ao impacto e a resistência. A partir dos resultados obtidos foi observado que a inserção de fibras na matriz de polipropileno influenciou positivamente na resistência ao impacto quando comparado ao polipropileno puro. No entanto, observou-se que ao inserir maior quantidade de fibras nessa matriz polimérica a energia dissipada diminuiu quando comparada ao compósito com menor fração volumétrica.

Palavras-chave: Fibras de bagaço do abacaxi; Polipropileno; Propriedades Mecânicas; Interface

O USO DA FIBRA DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO REFORÇO DE COMPÓSITOS POLIMÉRICOS

Elton de Oliveira Rodrigues
Tarcísio Santana de Sousa Lima
Daniella Regina Mulinari
Claudia Yamada Utagawa
Shane Aparecida Soares Goulart

Centro Universitário de Volta Redonda - UNIFOA

Resumo:

É crescente a cada dia a preocupação com alternativas de materiais que não agridam o meio ambiente, ou que reduzam o seu impacto em todos os seus estágios de produção, desde sua concepção até o seu descarte. Uma grande questão nos processos é a destinação dada aos resíduos gerados a partir do processamento de um determinado produto. Muitos desses resíduos são queimados ou despejados diretamente no meio ambiente sem qualquer tipo de tratamento, causando degradação de solos e rios, impactando na fauna e flora local. Somente com uma visão ampla do processo, preocupando-se com o impacto ambiental em todos os estágios de desenvolvimento de um material ou produto, este poderá ser considerado “ecológico”. Por isso, é preciso estudar e analisar estes resíduos de modo a dar-lhes uma nova função/destinação que não somente o descarte sem qualquer preocupação com seu impacto. Em contrapartida, o uso de novas técnicas e materiais, em especial o uso de polímeros não sintéticos, vem sendo amplamente estudados devido às vantagens proporcionadas pelo uso de fibras naturais. Ao utilizar fibras naturais, como o bagaço de cana-de-açúcar, é possível melhorar as propriedades de resistência de compósitos poliméricos, gerando materiais que sejam de menor impacto ambiental. Com estas premissas, o presente estudo analisou o comportamento mecânico dos compósitos poliméricos reforçados com fibras naturais provenientes do bagaço da cana-de-açúcar, resíduo gerado a partir do processamento da cana de açúcar. A matriz poliuretano foi derivada de óleo de mamona e não de petróleo, o que também constitui um grande ponto a favor da sustentabilidade e do futuro descarte deste material, garantindo um menor impacto sobre o meio ambiente. O estudo objetivou comparar os ganhos em propriedades obtidos a partir do reforço utilizando a fibra de bagaço de cana-de-açúcar in natura e a fibra de bagaço de cana-de-açúcar modificada, de modo a observar quais das fibras acrescentaram maior resistência ao polímero. Os compósitos de poliuretano reforçado com fibras de bagaço de cana-de-açúcar in natura e modificadas foram obtidos por meio do processo de moldagem por compressão. Os reagentes foram misturados em um copo descartável, e em seguida foi adicionado fibra 10% m/m por 2 minutos e vertido em um molde. Os ensaios de tração dos compósitos e do poliuretano

puro foram realizados no Laboratório de Ensaios Mecânicos do Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA, em um equipamento da marca EMIC modelo DL10000 a uma velocidade de 10 $mm.min^{-1}$, com dimensões de acordo com a norma ASTM D 638 – 03 com 13 mm de largura, 165 mm de comprimento e 3 mm de espessura. A partir do comparativo de valores entre os corpos de prova dos dois tipos de fibra, foi possível determinar se as fibras acrescentaram algum tipo de resistência ao polímero e qual delas agregou maior desempenho ao material. O resultado da análise revelou que a fibra do bagaço modificada apresentou ganhos de resistência quando comparado à fibra in natura, em todos os seus corpos de provas.

Palavras-chave: Polímeros; Fibras Naturais; Sustentabilidade.

INFLUÊNCIA DO AGENTE COMPATIBILIZANTE NA ABSORÇÃO DE ÁGUA DOS COMPÓSITOS PP REFORÇADOS COM FIBRAS DE CELULOSE DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Caroline Furghieri Amorin
Maria da Rosa Capri
Daniella Regina Mulinari

Escola de Engenharia de Lorena/USP
Centro Universitário de Volta Redonda/UniFOA

Resumo:

Nos últimos anos houve um aumento no desenvolvimento de novas tecnologias que possibilitem a utilização de produtos com menor impacto ambiental. Neste contexto os compósitos poliméricos reforçados com fibras naturais têm recebido especial atenção devido às vantagens das fibras naturais quando comparadas às fibras sintéticas, tais como; são provenientes de fontes renováveis, possuem baixa densidade e baixo custo, não são tóxicas, podem ser incineradas, são biodegradáveis e principalmente por serem consideradas sustentáveis. No entanto, esses materiais mudam as suas dimensões quando absorvem umidade, porque a parede celular possui grupos hidroxila que interagem com água por meio de ligações de hidrogênio. A absorção de água, dependendo da intensidade pode levar a perda de estabilidade dimensional e modificações nas propriedades mecânicas. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência do agente compatibilizante (PE-g-MAH) na absorção de água dos compósitos de polipropileno (PP) reforçados com fibras provenientes da celulose do bagaço de cana-de-açúcar. Os compósitos foram preparados em um misturador termocinético de alta intensidade para plásticos (Dryser) (5% m/m em massa de reforço) compatibilizados e não compatibilizados. Após a obtenção dos compósitos, esses foram moídos, secos e injetados. A influência da absorção de água nos compósitos PP reforçados com 5% m/m de fibras de celulose (compatibilizados e não compatibilizados) foi realizada de acordo com a norma ASTM D 570. Os corpos de prova foram medidos, pesados e imersos em água destilada, à temperatura ambiente. Em intervalos de tempo pré-determinados, foram retirados da água, pesados em uma balança e novamente recolocados no banho. Esse procedimento foi repetido por 14 diais. Ao final do ensaio foi obtida a curva de absorção de água (%) *versus* tempo de imersão (dias). Os resultados obtidos revelaram que os compósitos reforçados com fibras de celulose (compatibilizados) apresentaram maior absorção de água quando comparados aos compósitos reforçados com fibras de celulose (não compatibilizados). No entanto, foi observado que a absorção de água foi menor que 0,2%. Dessa forma pode-se concluir que não houve diferença significativa da absorção de água dos compósitos compatibilizados e não compatibilizados.

Palavras-chave: Fibras de celulose; Polipropileno; Absorção de água; PE-g-MAH.

DESIGN DE EMBALAGEM – INDÚSTRIA REGIONAL E TECNOLOGIAS

Mariana de Castilho Bueno
Marcus Vinicius Monteiro Gonçalves

Faculdades Integradas Teresa D´Ávila - FATEA

Resumo:

O projeto de Pesquisa de Design de Embalagem, Industria Regional e Tecnologias está em desenvolvimento desde o ano de 2009 e traz consigo toda a carga Teórica, conceitual e prática de desenvolvimento das disciplinas Produção e Análise Gráfica I e II, Computação Gráfica, Resistência de Materiais e outras. O projeto já foi publicado em três eventos de iniciação científica, nas seguintes Instituições de Ensino Superior: Unifoa de Volta Redonda, Rio de Janeiro, Unisal e FATEA de Lorena, São Paulo, apresentando um panorama sobre o curso de Design da Fatea e suas relações com as indústrias de embalagens da região. A pesquisa atende a uma demanda local e, por esse motivo, o objetivo deste projeto é desenvolver a pesquisa para uma posterior tabulação de dados, e geração de relatórios sobre a indústria de embalagens na Região do Vale do Paraíba, principalmente no Vale Histórico, além de promover a criação de um Centro de Pesquisa de Design de Embalagem na Fatea. O curso de Desenho Industrial da FATEA tem no design de embalagens uma das aplicações práticas do desenvolvimento do ensino e formação de seu corpo discente, portanto possui disciplinas que desenvolvem pesquisas e projetos direta e indiretamente relacionados ao desenvolvimento de embalagens, como na disciplina de Produção e análise gráfica, onde são estudadas a Semântica da Forma, Structural Packaging, Embalagens Promocionais, Desenvolvimento de Face display entre outros projetos onde os alunos são responsáveis pela pesquisa, análise, desenvolvimento e criação das embalagens. O curso possui também dois projetos premiados com destaque: Embalagem Laminada de sachê para condimentos, vencedor da categoria “Estudante” no concurso ABRE edição 2004 e o projeto de Embalagem Longa Vida para alimentos prontos, finalista da categoria “Estudante” no concurso ABRE edição 2008, também selecionado para a edição 2010 da Mostra Jovens Designers. Tendo como principal interesse relacionar os dados levantados com as linhas de pesquisa direcionadas ao design de embalagens no curso de design da FATEA. Desenvolver e analisar uma base de dados que concentre informação e possibilite um melhor entendimento e relacionamento entre a FATEA, sua comunidade acadêmica e o setor industrial regional de embalagem, sendo essa uma grande oportunidade de aproximação e parceria no desenvolvimento de pesquisa em diversos campos de atuação do Design. A parceria entre a FATEA e as empresas do Vale, proporcionará uma facilidade no relacionamento entre estas instituições, além de oferecer oportunidade de aproximação e parceria no desenvolvimento de pesquisa e em diversos campos de atuação. Tendo sido estabelecidas as parcerias com as respectivas empresas, o projeto irá

desenvolver ensaios e pesquisas para assim implantar o Centro de Pesquisa de Design de Embalagem.

Palavras-chave: Embalagem; Design; Indústria; Vale do Paraíba.

REDESIGN DA EMBALAGEM DE LEITE PURO MILK

Priscilla Ignácio da Silva
Marcus Vinicius Monteiro Gonçalves

Faculdades Integradas Teresa D´Ávila - FATEA

Resumo:

O leite pasteurizado ainda é um produto indiferenciado no Brasil do âmbito de sua embalagem, por essa razão um estudo de redesign é indispensável como fator diferencial. Principalmente de embalagens do tipo flexográficas que armazenam leite pois não possuem destaque nas gôndolas devido à sua forma de exposição. A embalagem de Leite Puro Milk não explora adequadamente os elementos ilustrativos, tão pouco a tecnologia de impressão que se tem disponível. Por essa razão, o projeto visa resolver a questão do layout da embalagem, estabelecendo uma nova proposta em que se tenha uma identidade visual definida. O layout da embalagem transmite muito acerca do que é a empresa como um todo. Quanto mais for satisfatório o resultado do projeto visual de embalagem melhor é estabelecida a comunicação direta com o consumidor.

Palavras-chave: Embalagem, leite, redesign.

COMPORTAMENTO MECÂNICO DOS COMPÓSITOS PP REFORÇADOS COM FIBRAS DO BAGAÇO DE CANA DE AÇÚCAR

Eduarda Ferreira Cerqueira
Daniella Regina Mulinari

Centro Universitário de Volta Redonda - UNIFOA

Resumo:

O desenvolvimento de compósitos poliméricos reforçados com fibras naturais tem sido uma nova tendência no mercado, devido à preocupação com o meio ambiente. Os resíduos dessas fibras são resultados de processos industriais e na maioria das vezes não apresentam um destino nobre. Dessa forma, a proposta de utilização desses resíduos, como por exemplo, bagaço de cana-de-açúcar é muito interessante. A fibra de bagaço de cana apresenta vantagem com relação à abundância e custo, já que é um produto secundário das indústrias açucareiras e usinas de álcool. Além disso, essas fibras apresentam uma série de vantagens quando comparadas às fibras sintéticas, tais como, são biodegradáveis, menos abrasivas ao equipamento de processamento, apresentam baixo custo, baixa densidade e melhor capacidade de isolação térmica e sonora e podem ser incineradas. Por outro lado, apresentam algumas desvantagens como, fraca adesão em seu estado natural a inúmeras matrizes e tendência de formar aglomerados durante o processamento. Então com o propósito de incentivar as indústrias na utilização de materiais sustentáveis, o objetivo desse trabalho foi avaliar a resistência ao impacto dos compósitos de polipropileno reforçados com fibras do bagaço de cana-de-açúcar pré-tratadas com ácido sulfúrico em diferentes frações volumétricas, a fim de alcançar resultados positivos para inserção em revestimentos automotivos. Primeiramente as fibras do bagaço de cana-de-açúcar foram pré-tratadas com soluções de ácido sulfúrico 10% m/v. Em seguida, foi avaliado o efeito do tratamento por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e difratometria de Raios X (DRX). Posteriormente, os compósitos foram obtidos em um misturador termocinético de alta intensidade para plásticos (Dryser) (5-20% em massa de reforço). Após a obtenção dos compósitos, esses foram levados para o moinho granulador onde foram triturados. Os compósitos moídos e secos em estufa por 1 h a 80^{0}C. Em seguida, foram moldados por injeção nas dimensões de acordo com a norma ASTM D 6110 - 06 com 12 mm de largura, 63,5 mm de comprimento e 12 mm de espessura para a realização dos ensaios de impacto. Esses ensaios foram realizados no Laboratório de Ensaios Mecânicos do Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA), utilizando o equipamento de ensaio do tipo Charpy. Foram avaliadas a energia absorvida ao impacto e a resistência. A partir dos resultados obtidos foi observado que a inserção de fibras na matriz de polipropileno influenciou positivamente na resistência ao impacto quando comparado ao polipropileno puro, com exceção dos compósitos PP reforçados com 10% m/m de fibras de bagaço de cana-de-

açúcar pré-tratadas. No entanto, observou-se que ao inserir maior quantidade de fibras nessa matriz polimérica a energia dissipada diminuiu quando comparada ao compósito com menor fração volumétrica.

Palavras-chave: Bagaço de cana-de-açúcar; Polipropileno; Resistência ao Impacto.

MODALIDADE: TRABALHO COMPLETO

IDENTIFICAÇÃO DE PRECIPITADOS ATRAVÉS DA ANÁLISE DE IMAGENS DE ALTA RESOLUÇÃO

Cássio Aurélio Suski
Carlos Augusto Silva de Oliveira
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Resumo:

Este trabalho teve como objetivo principal estudar a aplicação da análise de imagem de alta resolução em microscopia eletrônica de transmissão a fim de identificar precipitados de borocarbonetos em aço ao boro PL22. A identificação destes precipitados permitiu a definição do mecanismo de aumento de temperabilidade em função da adição de boro ao aço baixo carbono. O aço foi austenizado em uma temperatura de 870˚C (T2), resfriado em óleo a 80˚C e, posteriormente, analisado em microscópio MET-JEM-2100. Os resultados permitem a identificação dos planos cristalinos do aço, bem como a determinação da distância entre os planos, possibilitando a comparação das distâncias interplanares encontradas com os padrões da literatura. Desta forma pode-se identificar, por comparação, o precipitado encontrado no aço.

Palavras -chave: Boro; Precipitado; Alta Resolução.

MECHANISMS OF HARDENABILITY INCREASE IN BORON STEEL PL22

ABSTRACT:

This works had as objective main to study the application of the high resolution image analysis in electronic microscopy of transmission in order to identify precipitated of boroncarbides in boron steel PL22. The identification of these precipitated allowed to the definition of the mechanism of increase of hardenability in function of the addition of boron to the low carbon steel. The steel was austenitizing in a temperature of 870˚C (T2), cooled in oil 80˚C and, later, analyzed in microscope MET-JEM-2100. The results allow the identification of the steel crystalline plans, as well as the determination of in the distance between the plans, making possible the comparison of the found interplanar distances with the standards of literature. In such a way it can be identified, for comparison, the found precipitated one in the steel.

Key-words: Boro; Precipitation; High Resolution.

INTRODUÇÃO

Atualmente o desenvolvimento dos aços tem ocorrido de forma bastante acelerada para acompanhar o crescimento dos diversos setores da indústria, como construção civil, automobilística e aeronáutica. Dentre os aços encontram-se os aços carbono e ligados, que continuam evoluindo para atender o mercado que necessita de aços de menor custo e com melhores propriedades mecânicas.

A utilização dos diversos aços para construção mecânica está diretamente relacionada aos processos de tratamento térmico, que por sua vez depende, em parte, da presença de determinados elementos de liga para obtenção das propriedades mecânicas necessárias ao produto final.

Os aços ao boro tem sido estudados com a finalidade de identificar o mecanismo de aumento de temperabilidade. No entanto percebe-se que a avaliação da segregação e precipitação de boro, que se relacionam com a variação de temperabilidade se mostra bastante difícil devido ao boro apresentar um baixo número atômico (Z = 5).

A segregação do boro nos contornos de grãos da austenita, por exemplo, pode ser observada principalmente através de técnicas como o PTA – autoradiografia de aderência de partículas, espectroscopia iônica secundária e microscopia eletrônica de transmissão (MET).

No entanto, o mecanismo de aumento de temperabilidade de aços baixo carbono com adição de boro é apresentado na literatura com algumas divergências (inconsistências). Observam-se citações onde a segregação de boro para os contornos de grãos é o mecanismo atuante e outras onde a precipitação de borocarbonetos nos contornos de grãos que determina o mecanismo que prevalece.

Além do desenvolvimento dos aços o avanço tecnológico permite o aperfeiçoamento de diversas novas técnicas de microscopia a fim de identificar os mecanismos que alteram as propriedades mecânicas destes aços. É neste momento que a análise de imagens de alta resolução obtidas em microscópio eletrônico de transmissão encontra uma excelente aplicação, pois a técnica independe de características como o peso atômico, que são de difícil identificação para elementos como o boro.

Desta forma, o objetivo geral deste trabalho será estudar a aplicação da análise de imagem de alta resolução em microscopia eletrônica de transmissão a fim de identificar precipitados de borocarbonetos em aço ao boro PL22.

PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

O aço foi austenitizado em uma temperatura de 870°C (T2), com posterior resfriamento em óleo a 80°C. A composição química do aço PL22 que foi estudado está mostrada na tabela 1.

Tabela 1- Composição química do aço PL22 (Belgo)

AÇO	C(%)	Mn(%)	P (%)	S (%)	Si (%)	Al (%)	Cr (%)	B (%)
PL22	0,20	1,088	0,011	0,007	0,240	0,036	0,156	0,0027

As amostras foram preparadas através de réplica de carbono e posterior retirada do filme de carbono para análise dos precipitados através de imagens de alta resolução em microscópio eletrônico de transmissão MET-JEM-2100.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O procedimento para análise de imagens de alta resolução de réplicas de carbono em microscópio eletrônico de transmissão ocorre através dos seguintes passos:

1. Identificação de precitados em réplica de carbono;
2. Escolha de um precipitado em réplica de carbono;
3. Ampliação da imagem de 800.000 a 1.200.000 vezes;
4. Aplicação da transformada de Fourier (FFT);
5. Escolha do ponto difratado para aplicação de máscara e posterior análise;
6. Aplicação de filtro em máscara aplicada;
7. Aplicação do inverso da transformada de Fourier (IFFT);
8. Inserção de ferramenta para medição das distâncias interplanares;
9. Medição das distâncias interplanares.

Identificação de precitados

A figura 1 mostra uma imagem de réplica de carbono obtida em microscópio eletrônico de transmissão, onde se percebe a presença de diversos precipitados que foram destacados do aço PL22 em análise.

No entanto, é necessária a identificação deste precipitado para que se possa definir o real mecanismo de aumento da temperabilidade do aço estudado. A partir disto, aplicar-se-á então a análise de imagem de alta resolução a fim de identificar tais precipitados.

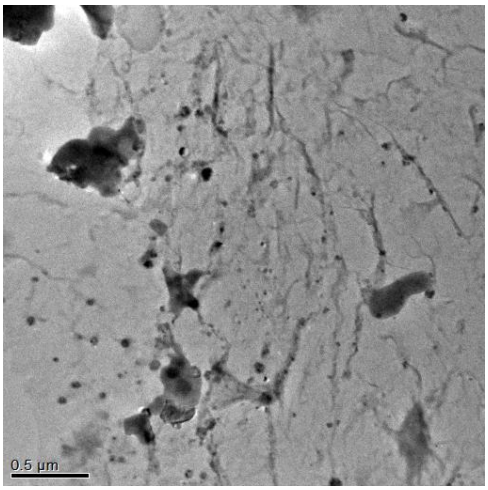


Figura 1- Imagem de réplica de carbono em aço PL22, observada por MET;

Escolha de precipitado

Nesta etapa é selecionado um precipitado a fim de analisá-lo e identificá-lo. A figura 2 mostra um precipitado com aproximadamente 70 nm que foi destacado da amostra através da réplica de carbono.

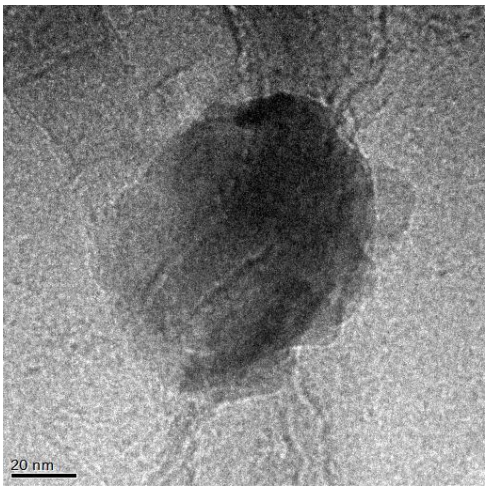


Figura 2 – Precipitado em réplica de carbono

Ampliação da imagem

O precipitado escolhido passa a ser analisado com maiores magnificações até que seja possível visualizar os planos da rede cristalina, garantindo que o precipitado se trata de uma material policristalino e, portanto, não amorfo.

Na figura 3 pode-se perceber vários planos cristalinos com várias orientações diferentes. Desta forma se possibilita a medição das diversas distâncias interplanares para posterior comparação com os padrões da literatura e determinação do precipitado presente no aço.

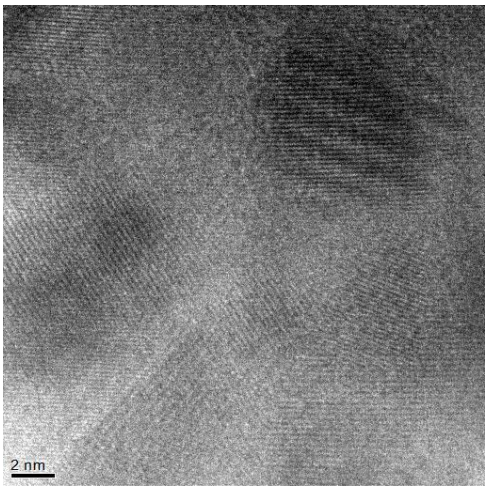


Figura 3 – Imagem de alta resolução do precipitado

Aplicação da transformada de Fourier (FFT)

A transformada de Fourier (FFT) é uma técnica matemática (computacional) que possibilita a verificação dos planos difratados no precipitado. Na figura 4 observa-se os planos difratados para o precipitado em análise. Pode-se visualizar 5 (cinco) planos difratados, com orientações e/ou ângulos diferentes, que permitirão a análise detalhada de suas distâncias interplanares.

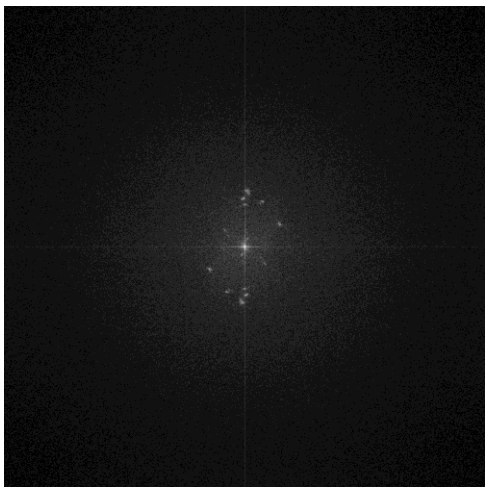


Figura 4 – Transformada de Fourier do precipitado

Escolha do ponto para aplicação de máscara

Após a aplicação da transformada de Fourier se seleciona um dos pontos que representa uma das orientações dos planos cristalinos. Este ponto é selecionado através de uma máscara para que o efeito das demais orientações dos planos cristalinos seja isolado e que se determine as

distâncias interplanares dos planos cristalinos selecionados. A figura 5 mostra a seleção de um ponto específico a fim de isolar um orientação de planos cristalinos.

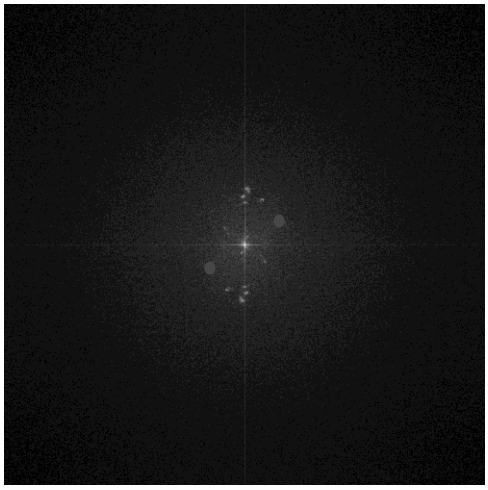


Figura 5 – Ponto selecionado para isolamento de plano cristalino

Aplicação de filtro em máscara aplicada

O próximo passo é isolar os planos cristalinos selecionados através de um filtro. Na figura 6 observa-se o ponto selecionado após aplicação do filtro para isolamento dos planos cristalinos a serem analisados.

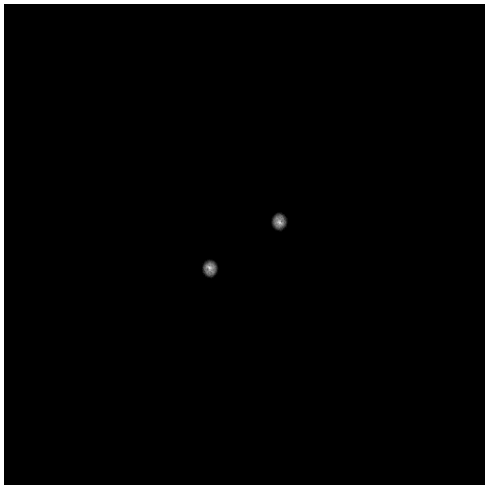


Figura 6 – Imagem de ponto selecionado após aplicação de filtro

Aplicação do inverso da transformada de Fourier

O inverso da transformada de Fourier (IFFT) é utilizado a fim de se criar uma imagem somente dos planos cristalinos selecionados através da máscara. Esta é uma forma de se visualizar mais nitidamente os planos a serem analisados, ou seja, pode-se realizar este isolamento para cada uma das orientações de planos cristalinos identificados no precipitado.

A figura 7 mostra os planos cristalinos com a orientação selecionada pela máscara. Outra aplicação desta técnica é a identificação de discordâncias presentes na rede cristalina.

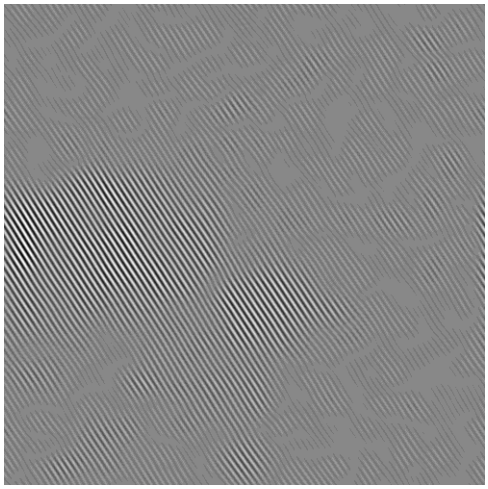


Figura 7 – Planos cristalinos selecionados pela máscara

Inserção de ferramenta para medição das distâncias interplanares

A medição das distâncias interplanares é realizada por meio de algumas ferramentas dimensionais. Na figura 8 pode-se visualizar uma imagem de planos cristalinos com ferramenta de medição que considera um comprimento e uma largura a fim de se ter uma medição mais precisa. Além disso, a aplicação da ferramenta deve ser realizada perpendicular aos planos a serem medidos, garantindo a exatidão dimensional.

Nesta medição procurou-se selecionar um mínimo de 10 (dez) planos cristalinos com o intuito de reduzir ao mínimo os erros e incertezas dimensionais.

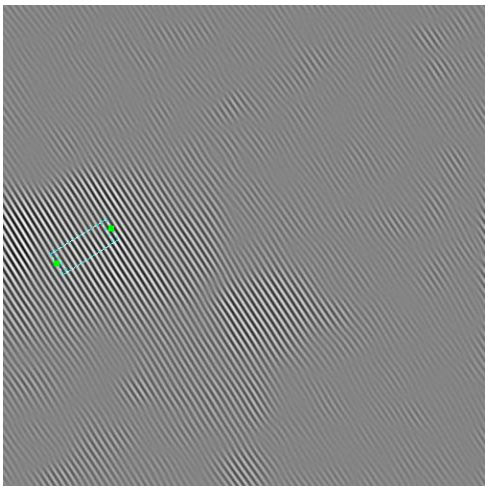


Figura 8 – Ferramenta de medição de distâncias interplanares

Medição das distâncias interplanares

A medição das distâncias interplanares é então realizada através do gráfico de picos e vales gerado pela ferramenta de medição de distâncias interplanares. Na figura 9 tem-se a medição da distância de 10 (dez) planos cristalinos, obtendo um valor de 2,368 nm. Desta forma pode concluir que a distância interplanar é de 2,368 Å.

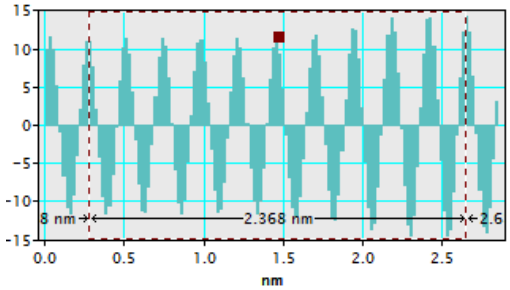


Figura 9 – Medição das distâncias interplanares

A distância encontrada através da análise da imagem de alta resolução pode então ser comparada com valores padrões já encontrados por outros autores e disponíveis nos bancos de dados científicos. Neste caso pode-se comparar o valor encontrado na figura 9 com os valores da tabela 2. A orientação 4 2 0 (h k l) do $Fe_{23}(C,B)_6$ apresenta uma distância interplanar de 2,367 Å e que, quando comparada com a distância de 2,368 Å encontrada para o precipitado em análise, percebe-se coerência significativa.

No entanto, outros precipitados podem possuir distâncias interplanares aproximadamente iguais, gerando dúvidas com relação a real identificação do precipitado.

Tabela 2 – Distâncias interplanares para o $Fe_{23}(C,B)_6$

d [Å]	Int.	hkl
3.187	1	3 1 1
3.055	1	2 2 2
2.644	5	4 0 0
2.367	40	4 2 0
2.161	35	4 2 2
2.037	100	5 1 1
1.872	20	4 4 0
1.792	30	5 3 1
1.765	15	6 0 0
1.674	1	6 2 0
1.613	5	5 3 3
1.595	10	6 2 2
1.466	1	6 4 0
1.325	5	8 0 0
1.284	10	8 2 0
1.248	25	8 2 2
1.222	15	7 5 1
1.183	5	8 4 0
1.162	9	9 1 1
1.111	3	9 3 1
1.082	15	8 4 4
1.065	10	7 7 1
0.983	3	10 4 0
0.9668	1	10 4 2
0.9549	5	11 1 1
0.9254	10	9 7 1

Para que se possa garantir uma maior precisão na identificação do precipitado necessita-se aplicar a análise de imagem de alta resolução para os demais planos cristalinos encontrados no precipitado e com orientações cristalográficas diferentes.

A figura 10 mostra o precipitado (letras “a”, “b” e “c”) com tamanho aproximado de 70 nm, além da imagem de alta resolução onde as demais distâncias entre os planos cristalinos podem ser medidas para as outras orientações e comparadas com os padrões já existentes na literatura. No caso deste precipitado pode-se visualizar na figura 7 (d_1 a d_5) distâncias de 1,797 Å; 2,044 e 2,031 Å; 2,369 e 2,368 Å, correspondentes, respectivamente, aos planos 5 3 1 (d=1,792 Å), 5 1 1 (d=2,037 Å) e 4 2 0 (d=2,367 Å) do $Fe_{23}(C,B)_6$. A letra “e” mostra a transformada de Fourier que foi utilizada para identificar matematicamente (computacionalmente) os planos difratados e, em seguida, a aplicação do inverso da transformada de Fourier a fim de gerar a imagem de melhor resolução dos planos cristalinos difratados (letra “f”).

A partir destas distâncias encontradas pode-se afirmar, com maior confiabilidade, que o precipitado se trata de um $Fe_{23}(C,B)_6$.

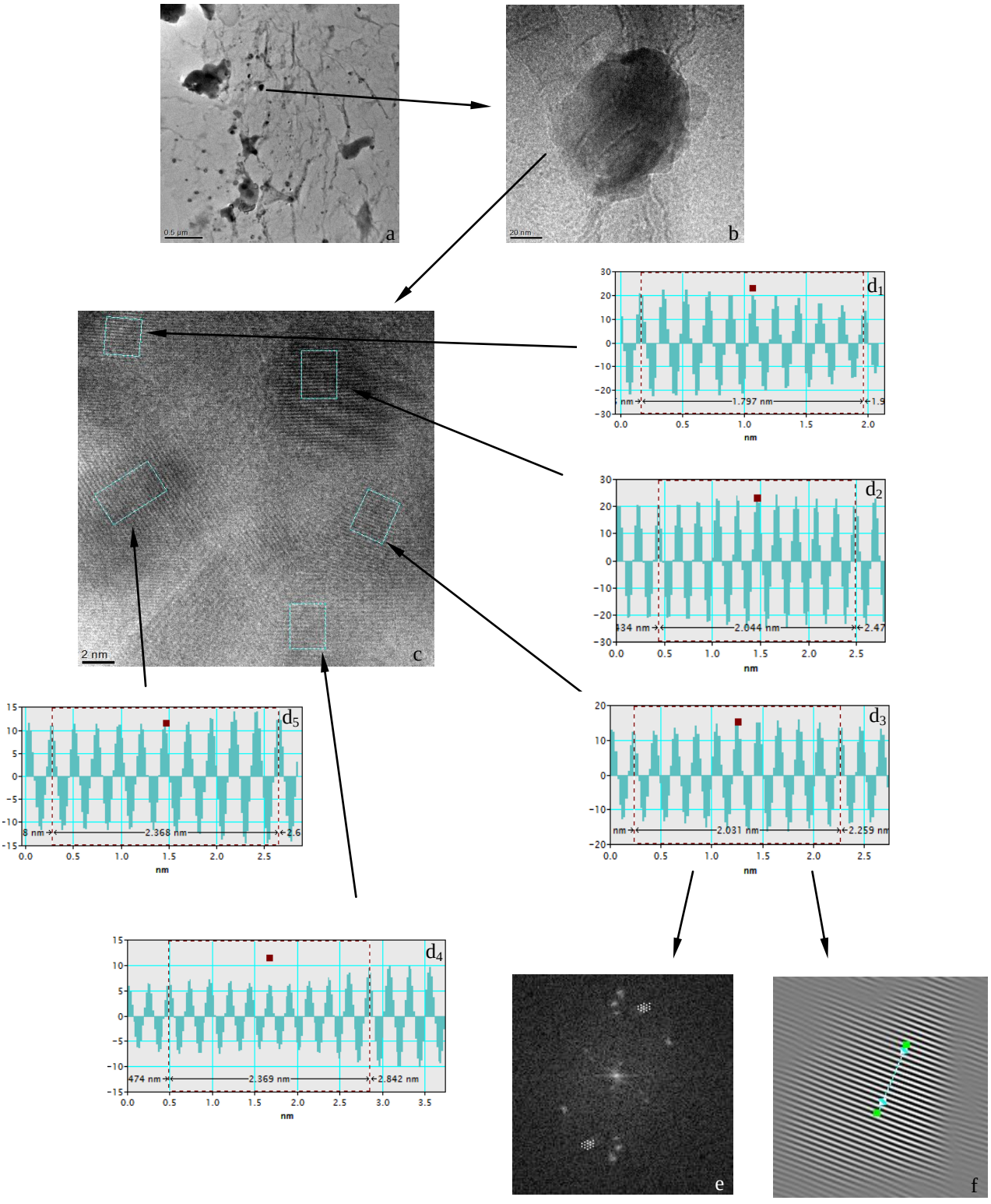


Figura 10 – Imagem de alta resolução de um precipitado de $Fe_{23}(C,B)_6$.

CONCLUSÃO E SUGESTÕES

A utilização das imagens de alta resolução permitiu identificar as diversas distâncias interplanares para as várias orientações cristalográficas encontradas no precipitado em análise. Percebe-se que a técnica é de fácil aplicação, possui excelente confiabilidade e permite a identificação de precipitados bastante pequenos. Estes precipitados pequenos são de difícil identificação, inclusive em difração de elétrons na microscopia eletrônica de transmissão, pois as aberturas dos microscópios muitas vezes são maiores do que os próprios precipitados. Somente a nanodifração seria capaz de identificar alguns destes precipitados. Além disso, a identificação através de técnicas tradicionais é dificultada devido ao baixo peso atômico do elemento boro.

Pode-se concluir, para o caso em estudo, que através da técnica de análise de imagem de alta resolução, o aço PL22 austenitizado a 870 °C e resfriado em óleo precipita pequenos borocarbonetos $Fe_{23}(C,B)_6$ que permanecem, teoricamente, nos contornos de grãos, aumentando a temperabilidade do aço.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOZA, J.; GARLIPP, W; CILENSE, M.Características mecânicas do aço ao boro 10B22 aplicado em parafusos de alta resistência. Congresso Anual da ABM, v.2, 1997, p.191-207.

BARRY, J. C.; ALARCO, J. A. J. Microscopy-Oxford 202, 2001, p. 495.

BELLON, J.C.; MEI, P.R.; KESTENBACH, H.J. Efeito das condições de tratamento termomecânico nas propriedades de um aço baixo carbono, microligado ao Nb, Ti e B. Metalurgia & Materiais – ABM, v.48, n.412, 1992, p.742-747.

GÁRLIPP, W.; CILENSE, M.; GOMES, S.I.N. Austenite decomposition of C-Mn steel containing boron by continuos cooling, Journal of Materials Processing Technology 114, 2001, p. 71-74.

GONZALES, G.S.; PASSOS, S.R.M.; KAJITA, T.; JESZENSKI, G. Influência da adição do boro nas propriedades de um aço baixa liga. Metalurgia – ABM, v.40, n. 314, 1984, p.11-14.

GONZALEZ, R. C; WOODS, R. E. Processamento de Imagens Digitais, Editora Edgard Blücher Ltda, S. Paulo, Brasil, 2000, p. 509.

HYTCH, M. J.; GANDAIS, M. Philosophical Magazine A - Physics of Condensed Matter Structure Defects and Mechanical Properties 72, 1995, p. 619.

LESLIE, W.C. The Physical Metallurgy of Steels. McGraw-Hill Series in Material Science and Engineering, 1981.

OLIVEIRA, C.A.S. Tempera Direta de Aços de Baixa Liga: Aspectos Cinéticos, Microestruturais e de Propriedades Mecânicas, Tese de Doutorado, COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, 1994.

PAJU, M. Effects of Boron protection methods on properties of steels. Ironmaking and Steelmking, v.19, n.10, 1992, p.495-500.

PALOTAS, A. B.; RAINEY, L. C.; FELDERMANN, C. J.; SAROFIM, A. F.; VANDERSANDE, J. B. Microscopy Res. Technique 33, 1996, p. 266.

TAYLOR, K.A.; HANSEN, S.S. The boron hardenability effect in thermomechanically processed, direct quenched 0.20 pct C steels. Metallurgical Transactions A, v.21A, n.6, 1990, p. 1697-1708.

TEIXEIRA, S. R.; DIXON, J. B.; WHITE, G. N.; Texas J. Microscopy 27, 1 (1996) 11.

CONSTRUÇÃO DE MODELOS E PROTÓTIPOS ORIENTADOS PELA SELEÇÃO E APLICAÇÃO DE MATERIAIS

Paula Breier Stürmer

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Resumo

Acadêmicos de design podem ser incentivados a compreender a relação materiais e design no princípio do curso tendo como instrumento a prática construtiva de modelos e protótipos. Assim, o presente trabalho demonstra, através de estudos de caso, que é possível orientar a construção de modelos e protótipos, tendo como balizador o processo criativo do acadêmico e seu prévio conhecimento sobre materiais. Os estudos de caso apresentados foram desenvolvidos por acadêmicos do curso de Design de Produto e Visual, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, na disciplina de Oficina de Modelos e Protótipos, ministrada no primeiro semestre deste curso.

Palavra-chave: Materiais; Modelos; Protótipos.

Abstract

Design's academics can be encouraged to understand the relation of materials and design in the principle of the course and having as an instrument the constructive practice of models and prototypes. Thus, this article demonstrates, through case studies, that it is possible to guide the construction of models and prototypes, taking as base the creative process of academic and his prior knowledge of materials. The case studies presented were developed by students of Product Design and Visual Design, of Universidade Federal do Rio Grande do Sul, in the subject of Workshop of Models and Prototypes, taught in the first semester of this course.

Keywords: *Materials; Models; Prototypes.*

1. Introdução

A descoberta e o domínio de materiais sempre influenciaram a vivência do homem desde a sua existência. Pode-se dizer inclusive, que é um fator relevante na modificação da história e na sobrevivência de povos, podendo ser percebida pela classificação das civilizações na história, cujo foram denominadas pelos seus conhecimentos e descobertas de materiais, como a Idade da Pedra, do Bronze e do Ferro (CALLISTER, 2006).

Nos primórdios da existência humana, os únicos materiais acessíveis eram aqueles presentes na natureza como madeira, argila, peles, e madeira

(CALLISTER, 2006). Em compensação, atualmente existem mais de 50.000 tipos de materiais disponíveis que podem ser utilizados pelos profissionais de engenharia, designers, arquitetos entre outros (ASHBY, 2007). Em função desta grande quantidade, muitas vezes se torna difícil saber qual material pode vir a ser o mais adequado para determinada situação. Compósitos, metais, polímeros, cerâmicos e até materiais naturais podem ser aplicados em um projeto. Cada elemento tem suas características que os diferem dos demais, até mesmo em sua própria categoria.

Segundo Callister (2006), as propriedades dos materiais sólidos podem ser agrupadas em seis categorias: mecânicas, elétricas, ópticas, térmicas, magnéticas e deterioriativas. Para cada grupo existe um estímulo específico que pode ocasionar diversas reações, determinando as suas propriedades. Com base nessas características, é feita uma avaliação de qual material deve ser utilizado para o desenvolvimento de produtos.

Houve uma época que os profissionais de engenharia tinham um longo período de tempo para solucionar seus problemas, podendo realizar longas pesquisas, inclusive na área dos materiais, na busca de uma solução adequada (TIMOSHENKO, 1958). Naquela época, o tempo de pesquisa para a solução de problemas não era fator relevante para o sucesso de produtos, devido à lentidão do desenvolvimento industrial. Na atualidade, já se percebe uma situação diferente. O desenvolvimento de novos produtos muitas vezes acontece de forma rápida e decisões vitais para o projeto, como a escolha de materiais, deve ser tomada com extrema agilidade. Não é raro um produto manter-se no mercado por apenas 30 ou 40 semanas, portanto é importante que as etapas de criação e de escolhas projetuais não ocupe,m tempo demasiado**.** Deste modo é possível criar um diferencial de mercado por estar sempre à frente dos concorrentes.

Em função desta realidade, cabe ao designer possuir um conhecimento sobre materiais. É importante saber as propriedades e os estímulos que o material pode sofrer, seus potenciais e limitações de uso, suas reações com o meio e seus processos de fabricação. Segundo Kindlein (2001), são os designers que têm que absorver as informações de materiais, processos e novas tecnologias e transcrever isso em um objeto de uso.

Para Ashby e Johnson (2003), o produto de sucesso é aquele que consegue combinar o projeto técnico com o projeto industrial criativo com eficácia. Os materiais e os processos são os responsáveis por fornecer a usabilidade, a funcionalidade e a satisfação na compra. A satisfação é influenciada por vários aspectos: pela estética do produto, pelas percepções que o produto transmite para o usuário e pelas associações feitas pelo consumidor no momento da compra. Segundo Baxter (2000), a taxa de mortalidade desde a primeira idéia até se chegar a produtos lucrativos é de 95% de acordo com pesquisas realizadas com mais de 500 produtos. Isso ocorre porque o usuário mudou o seu perfil, está mais informado e exigente, com altas expectativas sobre a qualidade e eficiência do produto. De acordo com Lennart e Kevin (2003), para um produto ser bem aceito e ter uma boa chance de sucesso, o usuário deve compreender as vantagens físicas do produto em relação aos similares, devendo aceitá-las e propor-se a aprendê-las.

Manzini e Vezzoli (2005) relatam que, apesar da quantidade de restrições que um projeto impõe sobre a seleção de materiais, raramente existe apenas uma opção óbvia para ser escolhida. Inúmeros materiais diferentes conseguem atender as necessidades esperadas.

Ainda assim, não são somente as propriedades que restringem a escolha dos materiais. Fatores econômicos muitas vezes são levantados com o intuito de obter um produto com valor competitivo no mercado. Não basta um produto ser funcional, de estética compatível e outros quesitos, se o consumidor não considerar compensador arcar com o valor estipulado. A relação custo X benefício deve ser considerada desde a fase projetual. De acordo com Callister (2006), nisso incluem: o projeto do componente, o(s) material(is) empregado(s) e a(s) técnica(s) de fabricação. Pensando no aspecto econômico em cada uma dessas fases, o valor final do produto pode ser reduzido, se considerado como um fator relevante durante todas as etapas do projeto.

Segundo Löbach (2001), o efeito visual do produto tem grande influência da natureza da superfície aparente. Isso depende da escolha correta do material e do acabamento superficial. A superfície externa do produto pode passar para o usuário sensações de frio, calor e texturização.

Dessa forma, podem ser considerados então, diversos os fatores que restringem a escolha de determinado material. Segundo Ashby (2007), ele deve cumprir as exigências das propriedades gerais e de superfície, como resistência e corrosão, além de ser de fácil fabricação, ter um apelo estético para o consumidor potencial e ter um valor competitivo em relação aos outros materiais.

2. Modelos e protótipos

A execução de um modelo tridimensional físico é essencial no desenvolvimento de um projeto. Com ele é possível expor falhas que ocorreriam no produto final e que não foram previstas nos desenhos iniciais, diminuindo consideravelmente os custos desse reparo após o início da produção.

Esses erros podem ser previstos ao realizar diversos testes no modelo. Uma avaliação com os materiais selecionados para o produto auxilia no reconhecimento dos seus desempenhos e limitações. Em uma análise ergonômica é possível examinar a interação do homem com o produto, realizando modificações se julgadas necessárias. A estética também pode ser avaliada, tendo como base uma pesquisa de opinião realizada com um grupo de pessoas ou ainda, de forma estipulada pelo próprio projetista. Conforme Santos (2005), os modelos podem ser usados até em pesquisas de experiências de uso, determinando qual será o caminho que o projeto irá tomar: se vai continuar da maneira em que se encontra, se será alterado ou então, se será descartado.

O modelo tridimensional físico também estimula a geração de alternativas e o refinamento dessas idéias. Durante o desenvolvimento do modelo, novas propostas podem surgir na medida em que a idéia começa a se concretizar.

Outro benefício que o modelo proporciona é uma visualização mais clara da idéia que o designer quer transmitir. Segundo Munari (1998), a

representação tridimensional auxilia não só o projetista, mas principalmente o cliente, que geralmente tem mais dificuldade de imaginar a proposta representada por desenhos ou modelos tridimensionais virtuais.

De acordo com Lemons (2010), essas representações virtuais fazem com que, muitas vezes, o estudante aceite os resultados fornecidos sem fazer uma análise mais eficaz. Deste modo, erros podem passar despercebidos, sendo reconhecidos na etapa final, onde, em muitos casos, o reparo não compensa e o projeto acaba sendo descartado.

O modelo virtual possui vantagens quanto a uma visualização prévia devido à qualidade e precisão de demonstração de materiais dos softwares atuais, quando o modelo físico não é representado com o material que será utilizado, podendo ser executados paralelamente para a obtenção de resultados satisfatórios. Outro benefício atribuído ao modelo virtual é que em muitos destes softwares utilizados nas indústrias, existe a possibilidade de simulação de esforços e reações a determinadas temperaturas, algo que demandaria tempo para ser feito com um protótipo e, consequentemente, uma valorização do custo.

Contudo, o modelo virtual não permite a interação do indivíduo com o produto, devido à falta de avaliação tátil, fator de extrema importância para o projeto. Dessa forma, percebe-se que o modelo físico e o virtual se complementam, porém não se substituem.

3. Estudo de caso

Visando conciliar o conhecimento sobre materiais e design, na construção de modelos e protótipos, foi desenvolvido um exercício na disciplina de Oficina de Modelos e Protótipos do curso de Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, tendo como objetivo, construir um modelo de carrinho para bonecas. O projeto construtivo foi balizado por um desenho técnico do produto, sendo que, a dimensão geral do produto é de 250 x 400 x 650 mm.

O principal material a ser utilizado foi o MDF (fibra de média densidade – Médium *Density Fiberboard*) na estrutura e o aço para construção dos eixos. Os demais materiais a serem utilizados foram determinados pelo grupo. O processo de aplicação destes materiais foi orientado pelo professor da disciplina. A Figura 1 apresenta o desenho técnico e, a Tabela 1, descreve as partes do produto.

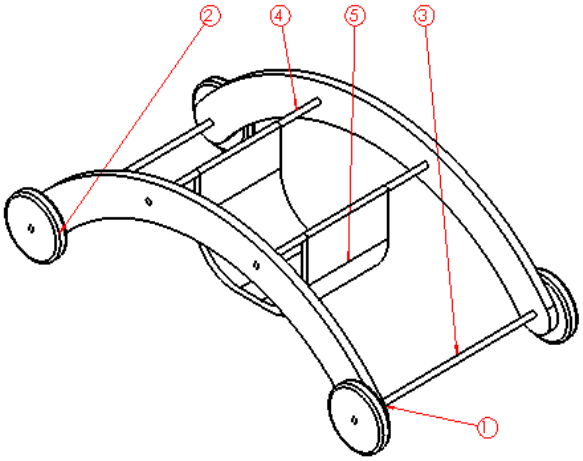


Figura 1: Modelo virtual do carrinho

Tabela 1: Quantidade de cada item.

Número do item	Nome das peças	Quantidade
1	Base	2
2	Roda	4
3	Eixo	2
4	Suporte balanço	2
5	Assento	1

A partir das orientações apresentadas na Figura 1, deu-se o início à confecção dos protótipos. Neste sentido, os trabalhos desenvolvidos são apresentados a seguir.

3.1. Participantes

Acadêmicos da disciplina de Oficina de Modelos e Protótipos do curso de Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – POA/RS/BR do segundo semestre de 2009. Os alunos foram separados em grupos de três componentes com o objetivo de construir um modelo de carrinho para bonecas, totalizando nove projetos.

3.2. Confecção dos protótipos

3.2.1. Caso 1

O primeiro carrinho analisado (Figura 2) possui banco em tecido de algodão e acabamentos com cordas de algodão e velcro, que vem a possibilitar uma fácil remoção do assento, caso seja necessária. Abaixo é apresentada uma

tabela (Tabela 2) com a identificação dos materiais utilizados conforme legenda apresentada na Figura 2, processos de fabricação e características relevantes.

Figura 2: Caso 1.

Tabela 2: Identificação dos materiais da figura 2.

Número	Material	Processo de fabricação	Características
1	MDF	- desenho do molde - corte - lixamento - pré-acabamento · massa acrílica (espátula e lixa) · tinta base acrílica (rolo) - acabamento final · tinta acrílica (rolo)	Resistente, de fácil usinagem e com textura mais uniforme que os compensados e aglomerados.
2	Aço	- corte (eixos) - rosqueamento (porcas)	Alta resistência.
3	Tecido de algodão	- corte - costura	Macio, maleável e com resistência considerável.
4	Borracha	- corte - colagem	Maleável e elástica.
5	Corda de algodão	- corte - amarração	Resistente e maleável.
6	PVC	- corte	Durável, leve e com considerável rigidez.

3.2.2. Caso 2

O Grupo 2 optou por modificar a estrutura do assento, acrescentando encosto e apoio para braços em MDF, e elegendo como público-alvo o infantil. O grupo também optou pela temática infantil para servir de apoio na escolha das cores e nas aplicações gráficas. Foram feitos detalhes no assento em couro sintético visando a melhora estética do produto. Segue a imagem do carrinho (Figura 3) e a tabela (Tabela 3) com a identificação dos materiais apontados na imagem, processos de fabricação utilizados pelos acadêmicos e demais características relevantes.

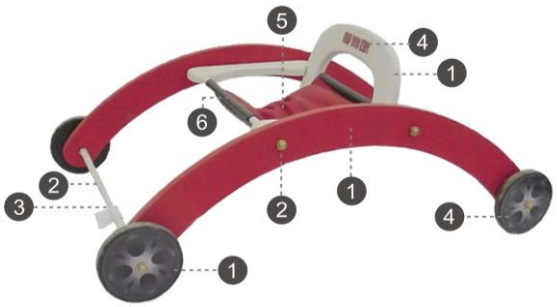


Figura 3: Caso 2.

Tabela 3: Identificação dos materiais da figura 3.

Número	Material	Processo de fabricação	Características
1	MDF	- desenho do molde - corte - lixamento - pré-acabamento · massa acrílica (espátula e lixa) · tinta base acrílica (rolo) - acabamento final · tinta acrílica (rolo)	Resistente, de fácil usinagem e com textura mais uniforme que os compensados e aglomerados.
2	Aço	- corte (eixos) - rosqueamento (porcas)	Alta resistência.
3	PVC	- corte	Durável, leve e com considerável rigidez.
4	Adesivo	- colagem	Boa fixação e de fácil aplicação.
5	Tecido de algodão	- corte - costura	Macio, maleável e com resistência considerável.

6	Couro sintético	- corte - costura	Maleável, macio e com acabamento elevado.

3.2.3. Caso 3

O carrinho do Grupo 3 (Figura 4) teve como inspiração um personagem infantil, para a aplicação de cores e adesivagens. No assento, foi acrescentado ao projeto um bolso para o armazenamento de objetos. Segue uma tabela (Tabela 4) com a identificação dos materiais apontados na Figura 4, processos de fabricação utilizados pelos acadêmicos e características pertinentes ao projeto.

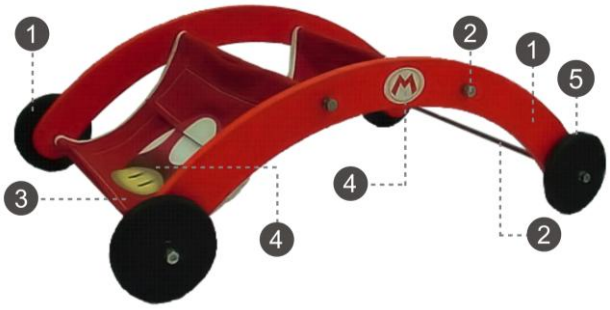


Figura 4: Caso 3.

Tabela 3: Identificação dos materiais da figura 4.

Número	Material	Processo de fabricação	Características
1	MDF	- desenho do molde - corte - lixamento - pré-acabamento · massa acrílica (espátula e lixa) · tinta base acrílica (rolo) - acabamento final · tinta acrílica (rolo)	Resistente, de fácil usinagem e com textura mais uniforme que os compensados e aglomerados.
2	Aço	- corte (eixos) - rosqueamento (porcas)	Alta resistência.
3	Tecido de algodão	- corte - costura	Macio, maleável e com resistência considerável.

		- acabamento · tecido branco costurado nas bordas	
4	Adesivo	- colagem	Boa fixação e de fácil aplicação.
5	Borracha	- corte - colagem	Maleável e elástica.

3.2.4. Caso 4

As cores vibrantes escolhidas pelos acadêmicos do Grupo 4 para o carrinho (Figura 5) vem com o intuito de resgatar um aspecto infantil para o produto. Segue uma tabela (Tabela 4) com a identificação dos materiais apontados na figura 5, processos de fabricação utilizados pelos acadêmicos e as características mais relevantes.

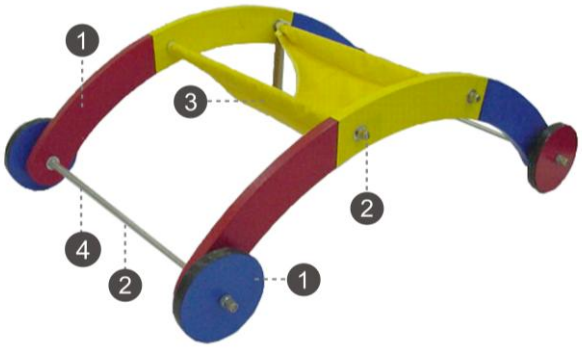


Figura 5: Caso 4.

Tabela 3: Identificação dos materiais da figura 5.

Número	Material	Processo de fabricação	Características
1	MDF	- desenho do molde - corte - lixamento - pré-acabamento · massa acrílica (espátula e lixa) · tinta base acrílica (rolo)	Resistente, de fácil usinagem e com textura mais uniforme que os compensados e aglomerados.

		- acabamento final • tinta acrílica (rolo)	
2	Aço	- corte (eixos) - rosqueamento (porcas)	Alta resistência.
3	Tecido lona	- corte - costura	Resistente e flexível.
4	PVC	- corte	Durável, leve e com considerável rigidez.

3.2.5. Caso 5

O Grupo 5 de acadêmicos projetou o assento com um encosto feito de tecido e espuma, visando o conforto do público infantil. Na pintura foram feitas texturas e nas rodas foram aplicadas peças gráficas. Os acadêmicos desse grupo optaram por revestir os eixos em tecido ao invés de PVC. Segue a imagem do carrinho (Figura 6) feito por esse grupo e uma tabela (Tabela 6) com a identificação dos materiais apontados na imagem, processos de fabricação utilizados pelos acadêmicos e características pertinentes.

Figura 6: Caso 5.

Tabela 6: Identificação dos materiais da figura 6.

Número	Material	Processo de fabricação	Características
1	MDF	- desenho do molde - corte - lixamento	Resistente, de fácil usinagem e com textura mais uniforme que os compensados e aglomerados.

		- pré-acabamento · massa acrílica (espátula e lixa) · tinta base acrílica (rolo) - acabamento final · tinta acrílica (rolo)	
2	Aço	- corte (eixos) - roqueamento (porcas)	Alta resistência.
3	Borracha	- corte - colagem	Maleável e com resistência considerável.
4	Adesivo	- colagem	Boa fixação e de fácil aplicação.
5	Couro sintético	- corte - costura	Maleável, macio e com acabamento elevado.
6	Espuma	- corte	Maleável e de baixa densidade.
7	EVA	- corte - colagem	Macio, maleável e com resistência considerável.

3.2.6. Caso 6

O Grupo 6 fez uso de espuma e tecido na execução do assento e aplicou textura ao pintar a estrutura de MDF. Segue abaixo a imagem do carrinho (Figura 7) feito por esse grupo e uma tabela (Tabela 7) com a identificação dos materiais apontados na imagem, processos de fabricação utilizados pelos acadêmicos e características relevantes.

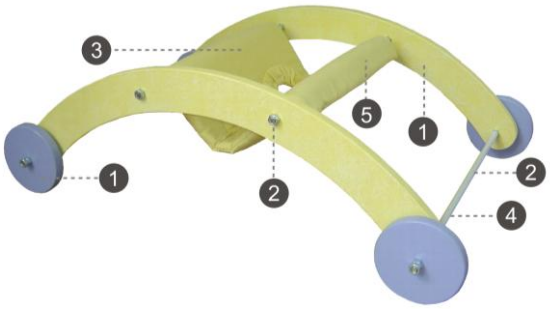


Figura 7: Caso 6.

Tabela 7: Identificação dos materiais da figura 7.

Número	Material	Processo de fabricação	Características
1	MDF	- desenho do molde - corte - lixamento - pré-acabamento · massa acrílica (espátula e lixa) · tinta base acrílica (rolo) - acabamento final · tinta acrílica (rolo)	Resistente, de fácil usinagem e com textura mais uniforme que os compensados e aglomerados.
2	Aço	- corte (eixos) - roqueamento (porcas)	Alta resistência.
3	Tecido de algodão	- corte - costura	Macio, maleável e com resistência considerável.
4	PVC	- corte	Durável, leve e com considerável rigidez.
5	Espuma	- corte	Maleável e de baixa densidade.

3.2.7 Caso 7

Os integrantes do Grupo 7 se diferenciaram dos demais ao incorporarem ao carrinho (Figura 8) um cabo com puxador para aprimorar a interação do usuário com a boneca ao utilizar o produto. Também foi realizada uma modificação no assento através da adição de um encosto. Como eixo para as rodas, foram utilizadas antenas de rádio, feitas em alumínio. Os alunos encontraram na reutilização da antena, um meio de incorporar ao produto aspectos de Ecodesign, que visa uma maneira ecoeficiente de conceber produtos com a finalidade de minimizar os impactos sobre o meio ambiente. Abaixo, segue a tabela (Tabela 8) com a identificação dos materiais apontados na figura 8, processos de fabricação utilizados pelos acadêmicos e características relevantes.

Figura 8: Caso 7.

Tabela 8: Identificação dos materiais da figura 8.

Número	Material	Processo de fabricação	Características
1	MDF	- desenho do molde - corte - lixamento - pré-acabamento · massa acrílica (espátula e lixa) · tinta base acrílica (rolo) - acabamento final · tinta acrílica (rolo)	Resistente, de fácil usinagem e com textura mais uniforme que os compensados e aglomerados.
2	Alumínio	- corte	Leve e resistente.
3	Aço	- rosqueamento (porcas)	Alta resistência.
4	Adesivo	- colagem	Boa fixação e de fácil aplicação.
5	Tecido lona	- corte - costura	Resistente e flexível.
6	PVC	- corte	Durável, leve e com considerável rigidez.
7	EVA	- corte - colagem	Macio, maleável e com resistência considerável.

3.2.8. Caso 8

Os acadêmicos do Grupo 8 optaram por revestir os eixos em tecido. Foram utilizados botões de pressão de aço para o acabamento do assento. Segue abaixo a imagem do carrinho (Figura 9) feito por esse grupo e uma tabela (Tabela 9) com a identificação dos materiais apontados na imagem, processos de fabricação utilizados pelos acadêmicos e características pertinentes.

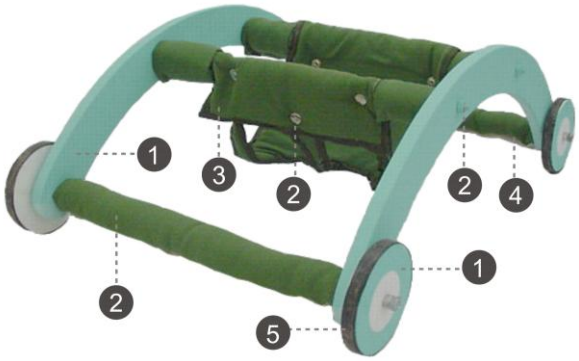


Figura 9: Caso 8.

Tabela 9: Identificação dos materiais da figura 9.

Número	Material	Processo de fabricação	Características
1	MDF	- desenho do molde - corte - lixamento - pré-acabamento · massa acrílica (espátula e lixa) · tinta base acrílica (rolo) - acabamento final · tinta acrílica (rolo)	Resistente, de fácil usinagem e com textura mais uniforme que os compensados e aglomerados.
2	Aço	- corte (eixos) - rosqueamento (porcas) - pressão com o auxílio do balancim (botões de pressão)	Alta resistência.
3	Tecido lona	- corte - costura	Resistente e flexível.

4	Velcro	- costura	Conecta e desconecta facilmente os objetos.
5	Borracha	- corte - colagem	Maleável e com resistência considerável.

3.2.9. Caso 9

O Grupo nove realizou uma modificação no projeto ao acrescentar apoio de braços em formato oval contínuo com uma elevação em relação à base do carrinho (Figura 10). Segue a tabela (Tabela 10) com a identificação dos materiais apontados na figura 10, processos de fabricação utilizados pelos acadêmicos e características relevantes.

Figura 10: Caso 9.

Tabela 10: Identificação dos materiais da figura 10.

Número	Material	Processo de fabricação	Características
1	MDF	- desenho do molde - corte - lixamento - pré-acabamento · massa acrílica (espátula e lixa) · tinta base acrílica (rolo) - acabamento final · tinta acrílica (rolo)	Resistente, de fácil usinagem e com textura mais uniforme que os compensados e aglomerados.
2	Aço	- rosqueamento (porcas)	Alta resistência.

3	Tecido lona	- corte	Resistente e flexível.
4	PVC	- corte	Durável, leve e com considerável rigidez.

3.3. Análise dos resultados

A metodologia apresentada permite que ocorra a integração total entre o acadêmico, o projeto de produto, os materiais e os processos de fabricação. Além da parte pratica de construção, o ensaio funcional transmite ao acadêmico a importância da correta solução de projeto, aliado à viabilidade de processos construtivos. A seleção dos materiais, não fica restrita somente ao âmbito virtual do projeto, mas, sua aplicação é feita fisicamente no produto proposto. Assim, aspectos como a textura do material, suas propriedades, os sistemas funcionais desenvolvidos, os processos de fabricação e o acabamento, podem ser testados, avaliados e corrigidos pelo acadêmico quando houver necessidade. Essa metodologia permite também, que o acadêmico desenvolva sua habilidade critica sobre a estética do produto projetado e a estética do produto construído fisicamente.

4. Conclusão

Acadêmicos de Design devem ter uma compreensão de materiais no princípio de seu currículo acadêmico, pois, sem esse conhecimento básico, os acadêmicos podem apenas idealizar um produto virtualmente. Mas, somente o conhecimento básico sobre materiais, pode não ser suficiente para o entendimento pratico sobre a estrutura e funcionalidade de um produto. Neste sentido, os estudos de caso apresentados neste trabalho, demonstraram a importância da relação pratica entre Design e Materiais.

Com o trabalho realizado, os acadêmicos passaram por sua primeira experiência nas áreas de criação de protótipos, seleção de materiais e design, podendo ainda, explorar diversas técnicas como pintura, lixamento, colagem, corte, entre outros processos de fabricação. Os grupos tiveram autonomia para determinar os materiais que melhor se adequavam ao projeto gráfico proposto, e assim, as soluções apresentadas foram bastante diferenciadas. Estas diferenças tendem a instigar a critica estética e, a percepção das diversas possibilidades construtivas de um mesmo produto.

Assim sendo, possibilitar que o acadêmico de design, construa um produto real, trabalhe com materiais reais, resolva problemas reais de projeto, irá contribuir substancialmente para sua formação profissional e criativa, fundamento este, indispensável ao designer.

Referências bibliográficas

ASHBY, Michael F.; JONES, David R. H. **Engineering materials 1**: an introduction to their properties and applications. 2ª edição. Oxford: Butterworth-Heinemanm, 1996.

ASHBY, Michael. F.; JONES, David. R. H. **Engineering materials 2**: an introduction to microstructures, processing & design. 2ª edição. Oxford: Bitterworth Heinemann, 1998.

ASHBY, M. F.; JOHNSON, K. **The art of materials selection**. Materialtoday, Oxford, p. 24-35, 2003.

BAXTER, M. **Projeto de produto**: guia prático para o Design de novos produtos. 2. ed. rev. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

CALLISTER, William D. **Ciência e engenharia de materiais**: uma introdução. 5ª edição. São Paulo: LTC, 2006.

KINDLEIN, Wilson. J. et al. **Produtos**: processos e materiais, uma interface amigável para o design. Porto Alegre: UFRGS/NdSM, 2001. 1 Cd-rom

LEMONS, Gay.; ADAM, C.; JARVIN, L; ROGERS, C.; SWAN, C. **The benefits of model building in teaching engineering design**. 1ª edição. Medford: Tufts University, 2010.

LENNART, Y. L; KEVIN, L. E. **Design, materials selection and marketing of successful products**. Materials & Design, Surrey, v. 24, n. 7, p. 519-529, 2003.

LÖBACH, Bernd. **Design Industrial**: bases para a configuração dos produtos industriais. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis:** os requisitos ambientais dos produtos industriais. 1. ed. São Paulo, SP: Ed. da USP, 2005.

MUNARI, Bruno. **Das coisas nascem coisas**. 1ª edição. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

SANTOS, E. S. **Um sistema informacional e perceptivo de seleção de materiais com enfoque no Design de calçados**. 2005. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia ênfase: Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

TIMOSHENKO, Stephen. P. **Resistência dos materiais**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1957.

workshop DESIGN&MATERIAIS

ANÁLISE DE SIMILARES: SELEÇÃO DE MATERIAIS, DESIGN E CARACTERIZAÇÃO DE CHUPETAS INFANTIS

Felipe Buboltz Ferreira
Paula Aliprandini
Liciane Sabadin Bertol
Wilson Kindlein Junior

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Resumo

A chupeta é um utensílio para crianças entre duas semanas até cinco anos de idade. Ela funciona como substituinte do mamilo do seio materno. Embora prático, tranquilizante e eficiente como alternativa à criança ao chupar o dedo, a utilização do objeto é altamente questionável. Com o avanço da medicina e da tecnologia, começaram a ser descobertos malefícios relacionados ao mau desenvolvimento da arcada dentária e ao emprego de matérias-primas que causam danos à saúde em sua confecção. Neste sentido, este estudo avalia o desempenho de diferentes chupetas disponíveis no mercado, quanto ao design, materiais empregados e atendimento à norma brasileira.

Palavras Chave: chupetas; design; seleção de materiais.

Abstract

Pacifier is an object for children from two weeks to around five years old. It works replacing mother's breast nipple. Although convenient and also an efficient alternative to children instead of thumb sucking, its use is highly contradictory. Through medicine and technology advance, harms related to its use began to be discovered and to be related with dental arcade maldevelopment as well as the use of harmful to health raw material for its production. This work intends to evaluate different models of pacifiers available on the market, according to its design, used materials and accomplishments to Brazilian standards.

Keywords*: pacifier; performance; materials selection.*

Introdução

A chupeta é um objeto para crianças entre aproximadamente duas semanas até três a cinco anos de idade. Tem como principal função substituir o mamilo do seio da mãe. Ele acalma a criança, propiciando menos gasto energético, dá ritmo, coordenação, força muscular e melhora a oxigenação transcutânea. Seu uso pode também prevenir algumas más oclusões e reduzir os casos de morte súbita, pois a respiração oral é facilitada em caso de obstrução nasal. Além disso, ela evita o sugar o dedo, que pode se tornar um hábito. Hábito este que promove o padrão anteriorizado da língua entre as gengivas ou dentes, causando deformação na arcada dentária. Pode ainda se tornar um apoio a situações de frustração sócio afetivas. O desaparecimento deste hábito é extremamente difícil, uma vez que o dedo tem presença constante no esquema corporal [1].

Porém, este artefato deve ser apenas um coadjuvante para o bem-estar do recém nascido e, embora seja normal recorrer a ele em momentos de ansiedade, 96% das crianças que adotam a chupeta apresentam problemas na arcada dentária.

Os bulbos ortodônticos são os mais indicados por dentistas como mais adequados para crianças devido ao formato anatômico. A parte achatada permite a acomodação da língua já que deixa um espaço maior para a língua do que as convencionais. Além disso, os dentistas ainda indicam que o “pescoço” da chupeta deve ser o mais estreito possível. Isso é importante para não estimular a mordida aberta nem empurrar a parte superior da arcada para frente. É importante que a chupeta tente reproduzir o máximo possível o mamilo da mãe durante a amamentação [2]. A desvantagem em relação a esse formato das chupetas ortodônticas é a necessidade de manter o posicionamento correto da boca, caso contrário, todos os possíveis benefícios em comparação com as chupetas de bulbo redondo são desconsiderados.

Porém, como mencionado anteriormente, a utilização das chupetas pode causar efeitos adversos à saúde. No Brasil, até mesmo ao seguir as recomendações da embalagem do produto, que seguem padrões de normas, acaba-se por prejudicar a saúde das crianças. Uma das matérias-primas empregadas na confecção do objeto, o policarbonato, apresenta em sua composição compostos químicos como nitrosaminas e bisfenóis. Este último, que é incluído na preparação do corpo das chupetas, é conhecido entre cientistas por ser prejudicial à saúde.

O bisfenol A é um composto orgânico com dois grupos funcionais fenólicos (como mostra a **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). É utilizado em plásticos para oferecer maleabilidade, ou seja, sem ela o plástico fica duro e quebradiço. Estudos mostram que o acúmulo deste aditivo pode provocar modificações nos parâmetros endócrinos como câncer e infertilidade, estando também associado à puberdade precoce de meninas, uma vez que imita o hormônio estrógeno [3]. A contaminação ocorre através da transferência deste componente tóxico do disco e anel da chupeta quando aquecido. A quantidade de bisfenol liberado aumenta significativamente em temperaturas acima de 60ºC em materiais novos e acima de 80ºC em materiais usados por pelo menos seis meses [4]. O contato direto com a boca, aquecido e úmido, acaba

tornando as crianças vítimas desta migração de bisfenóis ao organismo [5]. Embora a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) informe que a quantidade de bisfenol A presente em chupetas não afeta a saúde, a Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP) aconselha a suspensão do uso alegando não haver níveis seguros.

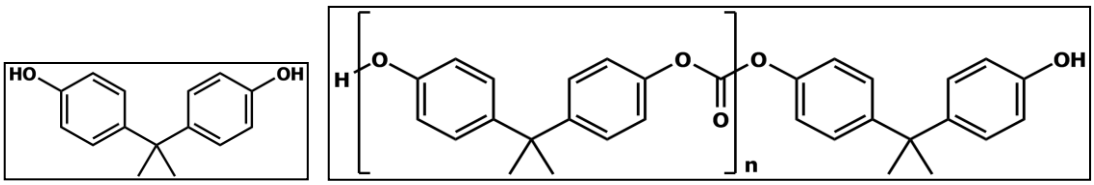


Figura 1: Fórmula geral do Bisfenol A (à esquerda) e do Policarbonato (à direita).

A seleção do material adequado é fundamental no desenvolvimento do projeto e a aceitação do público e o bom desempenho do produto final são conseqüências desta etapa. A correta especificação do material pelo projetista, além de agilizar a fabricação, traz benefícios estéticos, técnicos, de durabilidade e distribuição ao produto. O projetista que não possui este conhecimento fica defasado, privando-se de utilizar novas técnicas e recursos [6].

Ashby [7] acredita que no decorrer da história os materiais têm limitado o Design. As idades em que o homem viveu são nomeadas pelos materiais que usou: pedra, bronze, ferro. Esta não é a idade de um material; é a idade de uma escala imensa de materiais. Nunca houve uma era em que a evolução dos materiais foi mais rápida e a escala de suas propriedades mais variadas. O Design inovativo, freqüentemente, significa a exploração imaginativa das propriedades oferecidas por materiais novos ou melhorados.

Segundo Ferrante [8], o processo de seleção de materiais deve ser considerado uma tarefa eminentemente interdisciplinar para o qual são necessários conhecimentos e informações de outras áreas, como o marketing e o planejamento estratégico. A dificuldade da seleção de materiais começa pela literatura técnica que deveria dar uma perspectiva de conjunto e adaptação interdisciplinar, porém ainda privilegia o tratamento de metais. Esta cultura se aplica em muitos livros destinados ao ensino de Engenharia e de Design que, por falta de atualizações das novas tecnologias e novos materiais para as publicações das últimas décadas, acabam, em suas páginas, menosprezando o tratamento dos outros materiais [8]. Assim, torna-se necessário avançar no processo seletivo de materiais, sem tentar escapar da complexidade defrontada na definição dos materiais adequados em um universo cada vez mais amplo de possibilidades, considerando que a correta

seleção deve ser realizada de forma sistemática, em tempo adequado, possibilitando redução de custos e minimização de erros de projeto.

Segundo Silva [9], as literaturas usuais, para estes procedimentos, baseiam-se na vasta influência da produção industrial tipicamente "metálica" das últimas décadas, porque as referências atuais, pela ampla exploração de materiais poliméricos e compósitos, não chegam a ser significativamente abordadas como referência comparativa, a menos que o material seja utilizado como um item conceitual de grande importância pelo projetista. Neste contexto, a explosão dos inúmeros polímeros, oferecidos no mercado mundial, gera novas dificuldades no processo seletivo, tendo em vista a sua ampla capacidade de atendimento a propriedades distintas requeridas em um projeto.

A importância relativa que os materiais poliméricos conquistaram e buscam conquistar se reflete no crescente uso dos mesmos, explorando suas propriedades específicas de forma cada vez mais produtiva, de tal modo que o homem passe a identificar constantes necessidades para novos produtos, criando requisitos de projeto e induzindo a Engenharia de Materiais a disponibilizar novas alternativas de materiais.

Segundo Ashby [7], os problemas de design não têm uma única ou "correta" solução, então a primeira ferramenta que o Designer necessita é abrir a mente, ter a disposição para considerar todas as possibilidades. A seleção do material é abordada tradicionalmente como depentente de três fatores básicos que interagem entre si: a função, o processo e a forma. Entretanto, aspectos como a sustentabilidade ambiental do produto e aspactos relacionados à saúde dos usuários estão frequentemente relacionados com os materiais empregados e vem despertando a atenção da sociedade.

Existem, portanto, vários fatores a serem levados em consideração na escolha da aquisição e uso da chupeta. Em estudo realizado no <removido para revisão cega> foram comparados dois modelos de marcas nacionais e um modelo dinamarquês. Dentre estes fatores, alguns já mencionados anteriormente, podemos incluir um relativo ao design e desempenho, visando a facilidade de reciclagem e/ou descarte, que seria o fato do material ser classificado como *Designed for Assembly* (Projetados para a Montagem) e *Designed for Disassembly* (Projetados para a Desmontagem).

Materiais e Métodos

Foram avaliadas as seguintes características: forma, dimensões, materiais, informações na embalagem e propriedades mecânicas. As diferentes chupetas foram identificadas como A, B e C (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**), sendo as duas primeiras referentes a marcas brasileiras, enquanto que a chupeta C é uma chupeta dinamarquesa.

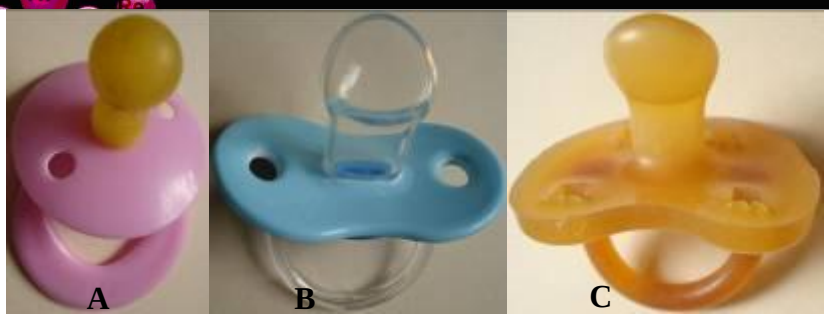


Figura 2: Identificação das chupetas analisadas.

O custo de cada chupeta está relacionado na Tabela 1. Cabe ressaltar que a chupeta C apresenta valor de custo aproximado.

Tabela 1: Preço de cada marca analisada*.

Marca	Preço(R$)
A**	3,00
B	5,00
C	±11,66

*Pago no comércio de Porto Alegre no mês de maio de 2010

** Embalagem com duas unidades

As metodologias utilizadas para caracterização de cada chupeta foram:

- identificação dos possíveis materiais apropriados para este produto via diagrama de seleção de materiais;
- análise dos materiais com auxílio da técnica de FT-IR (Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier);
- análise visual do tipo de bulbo, scanner dos tipos existentes para comparação quanto à forma e tamanho e verificação junto a profissionais da saúde qual tipo é o mais indicado;
- análise das embalagens, dimensões do bulbo e furos no disco e ensaio de tração. Os critérios seguiram a norma brasileira ABNT - NBR 10334;

Diagrama de Seleção de Materiais:

Utilizando o programa *CES Edupack 2005*, avaliaram-se os possíveis materiais indicados para a aplicação em bulbos do material em estudo. Foram usados parâmetros para a seleção, sendo eles: Tg máxima de 20ºC, temperatura máxima de serviço de pelo menos 100ºC, durabilidade em água fresca entre muito bom e mediano, durabilidade em ácido fraco muito boa, durabilidade ao desgaste entre muito bom e mediano.

FT-IR:

Nesta análise foi caracterizado tanto o bulbo quanto o disco e anel para a determinação dos materiais constituintes de cada parte. O equipamento utilizado foi o da marca *PerkimElmer* modelo *Spectrum Spotlight 200.*

Design do bulbo:

É possível identificar dois tipos de bulbo: redondo e ortodôntico. Cada um deles apresenta dimensões e formato bem característicos, cuja forma foi captada através do processo de digitalização tridimensional a laser. A digitalização tridimensional é uma técnica utilizada basicamente para captar imagens e dados em 3D e, com auxílio de ferramentas computacionais, permite obter com grande precisão detalhes de superfícies, texturas e mesmo de objetos inteiros. Atualmente, diversos sistemas de digitalização 3D de modelos reais estão disponíveis, sendo divididos, de forma geral em sistemas com contato e sistemas sem contato. Os sistemas baseados em contato são normalmente bastante úteis para formas simples, onde apenas poucos pontos são necessários. Estes equipamentos, normalmente em forma de braço mecânico, permitem uma grande liberdade de movimento. Entretanto, este é geralmente mais lento, tendo também a limitação de não poder ser utilizado em superfícies que se deformem com o contato [10]. Neste caso, o objetivo da digitalização foi a captação da forma dos bulbos das chupetas para verificar o espaço ocupado por elas dentro da boca da criança e comparar chupetas ortodônticas e convencionais. Entretanto, como os bulbos são de material elastômero e se deformam com o contato, foi utilizada a técnica de digitalização tridimensional a laser, na qual apenas um feixe de laser varre a superfície do objeto, sem deformá-la. Através da digitalização a laser dos modelos e utilização do software *Geomagic Studio*, que permite criar modelos digitais a partir da edição de nuvens de pontos, foi possível sobrepor as imagens dos dois formatos de chupetas e avaliar as diferenças de dimensões e morfologia do bulbo. Foram questionados dentistas sobre qual a preferência quanto à saúde bucal e possíveis contribuições para o desenvolvimento da arcada dentária dos usuários.

Análise seguindo a norma brasileira:

Segundo a NBR 10334, alguns critérios precisam ser seguidos pelos fabricantes de chupetas para apresentar produtos de qualidade e com as informações necessárias para o uso correto do produto. A norma NBR 10334 estabelece as seguintes recomendações que devem estar contidas na embalagem das chupetas, seguindo a ordem de prioridade:

1 - Ferver a chupeta antes de usar;
2 - Não colocar laços ou fitas para prender a ponta da chupeta ao pescoço;
3 - Examinar regularmente, jogando-a fora quando estiver danificada;
4 - Não mergulhar a chupeta em substâncias doces, para prevenir cáries.

Além dessas informações, a embalagem deve conter o nome e/ou símbolo e CNPJ do fabricante. Também deve constar a seguinte frase na embalagem: “Esta chupeta está de acordo com a NBR 10334.” Complementando, a norma determina algumas dimensões que devem ser cumpridas. O tamanho do bico

não deve ser superior a 30 mm para não sufocar da criança. O disco deve conter pelo menos dois furos para a ventilação apresentando diâmetro de no mínimo 5,0 mm e com afastamento do bulbo entre 5,00 e 6,00 mm. Os furos são necessários, pois caso a criança engula a chupeta, o ar ainda possa passar pelos furos evitando a asfixia. Para o ensaio de tração, a norma determina que o bulbo da chupeta deva permanecer intacto quando uma carga de 60 N (6 Kg) durante 10 segundos é aplicada na direção vertical.

Resultados

Diagrama de Seleção de Materiais:

Seguindo os critérios pré-estabelecidos, foi obtido o diagrama de seleção de materiais, utilizando o software *CES Edupack 2005*, relacionando Módulo de Young e densidade como mostrado abaixo:

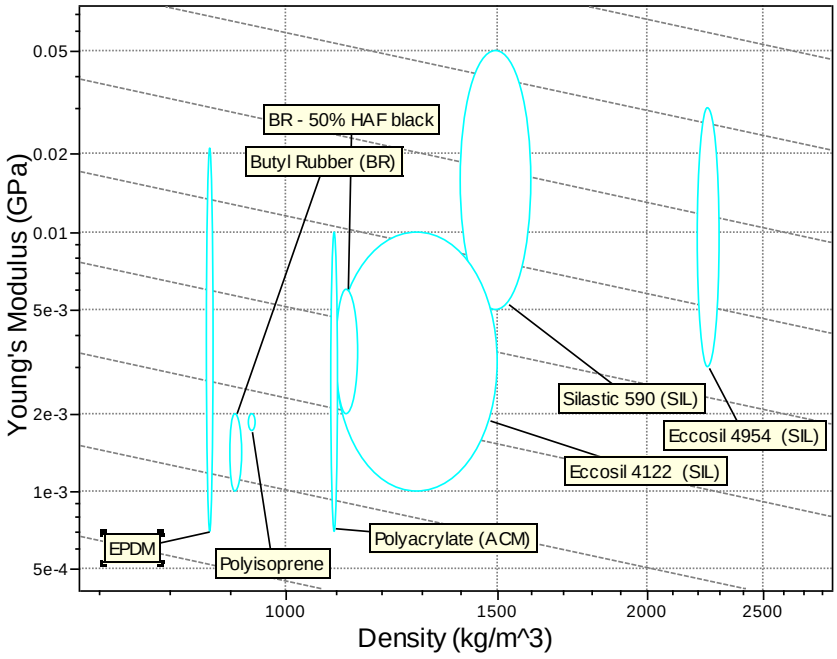


Figura 3: Diagrama de seleção de materiais para bulbos de chupeta.

Os materiais que atendem aos requisitos para os bulbos foram borracha butílica, poliacrilato, poli-isopropeno, borracha EPDM e silicone estão de acordo com os materiais em uso encontrados nos produtos disponíveis para consumo.

FT-IR:

As Figuras 4 à 10 os espectros referentes a cada modelo pesquisado, separados por bulbo, disco e anel.

Modelo A

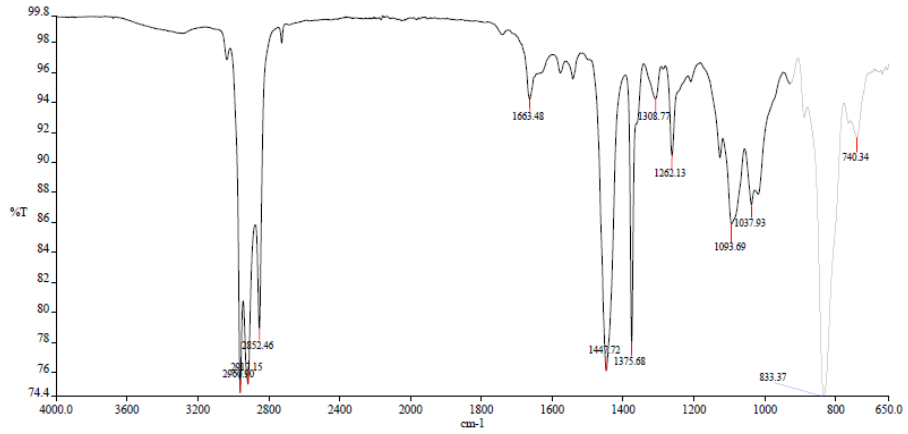


Figura 4: Espectroscopia IR do bulbo

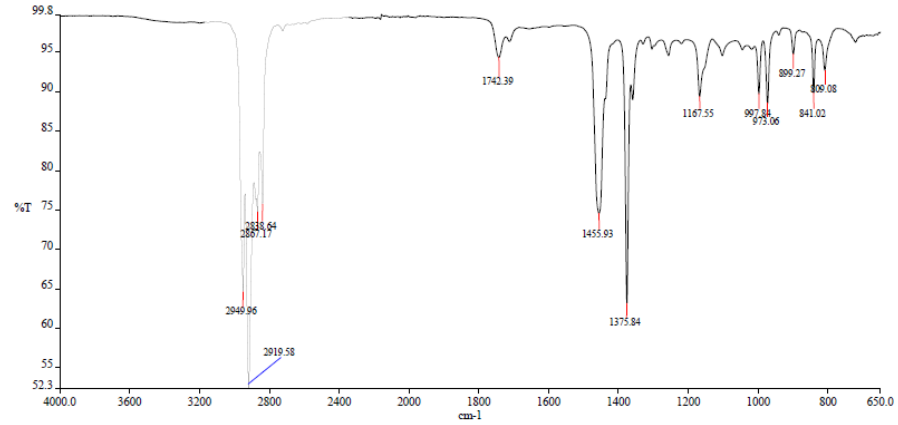


Figura 5: Espectroscopia IR do disco

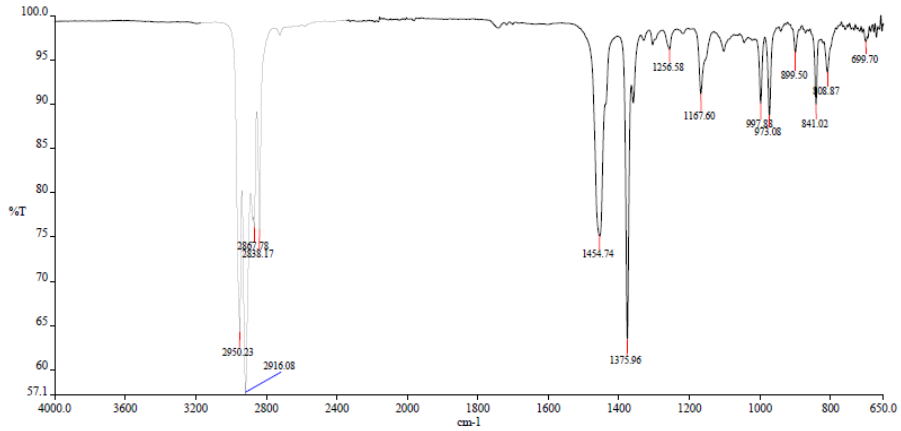


Figura 6: Espectroscopia IR do anel

Para o modelo A, o bulbo é basicamente composto de borracha natural (látex) enquanto que o disco e anel, de policarbonato.

Modelo B

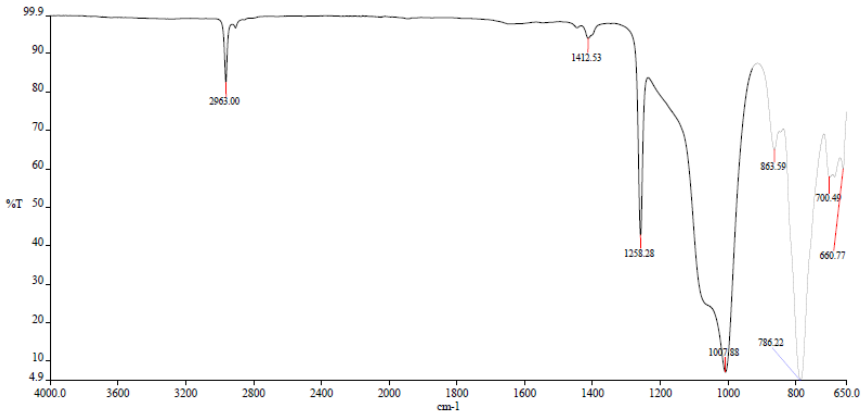


Figura 7: Espectroscopia IR do bulbo

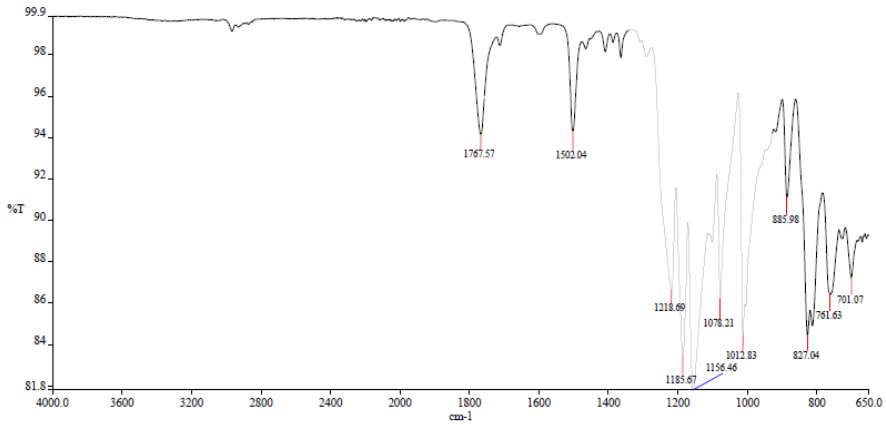


Figura 8: Espectroscopia IR do disco

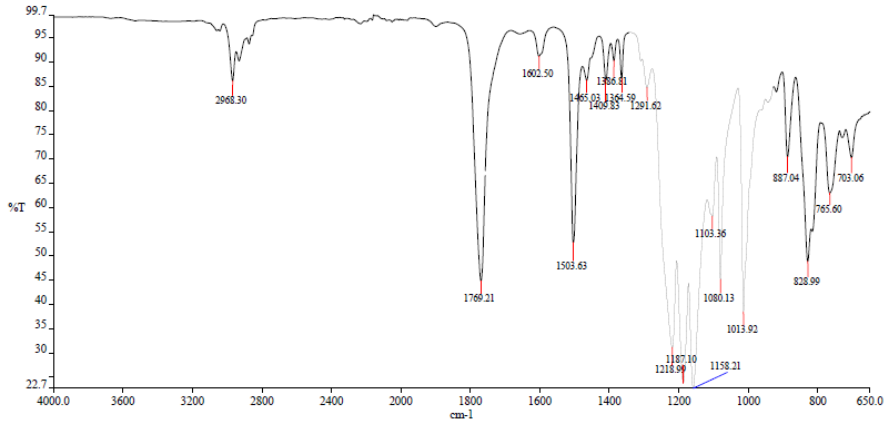


Figura 9: Espectroscopia IR do anel

Para o modelo B, o bulbo é basicamente composto de silicone enquanto que o disco e anel, de policarbonato, indicando também presença de bisfenol A na composição.

Modelo C

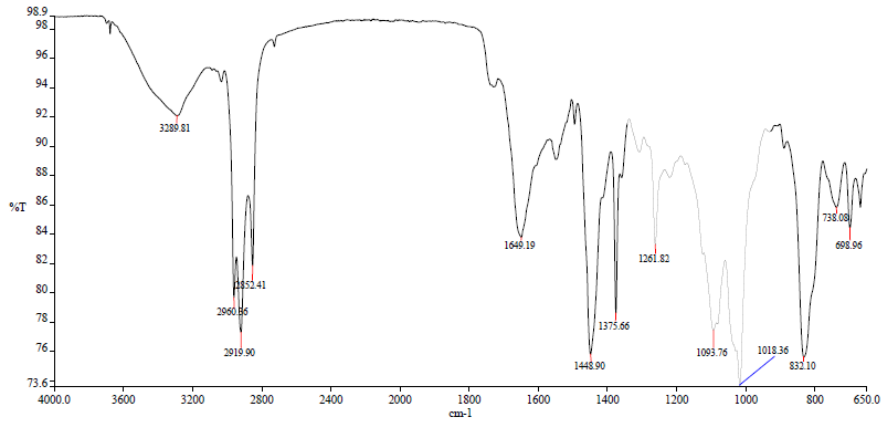


Figura 40: Espectroscopia IR do bulbo, disco e anel

Para o modelo C (que se trata de um mono-material), o bulbo, disco e anel são basicamente compostos de borracha natural (látex).

Design do bulbo:

A Tabela 2 relaciona as marcas com o tipo de bulbo de cada uma.

Tabela 2: Relação das marcas com o tipo de bulbo.

Marca	Tipo de bulbo
A	redondo
B	ortodôntica
C	ortodôntica

Para realizar a comparação do melhor o formato da base dos bulbos, foram sobrepostos os dois tipos de bulbo (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**1): redondo e ortodôntico. Para isto foi utilizado o software de engenharia reversa *Geomagic Studio*, que permite criar estes modelos tridimensionais digitais, após as chupetas terem sido digitalizadas em equipamento *Tecnodrill*, modelo *DigiMill 3D*.

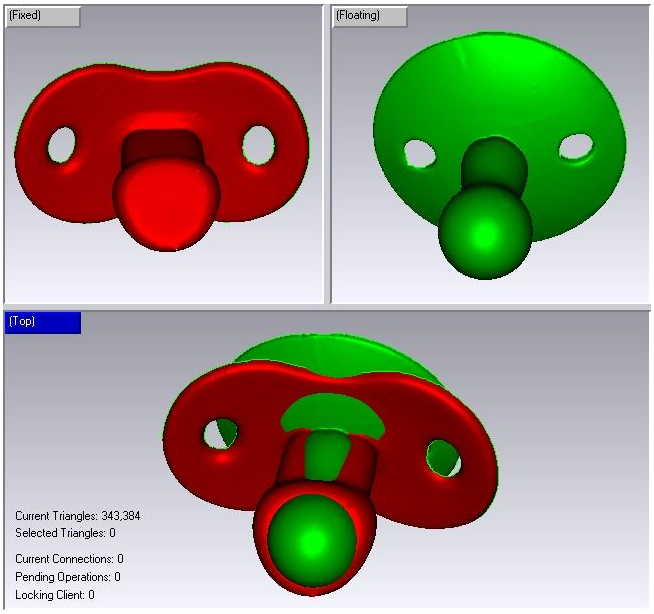


Figura 11: Sobreposição dos Modelos A (bulbos redondo) e B (bulbo ortodôntico).

Como pode ser observado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**12, existe uma diferença no “pescoço” quando os dois modelos são sobrepostos. Esta diferença é quantificada na Figura 13, onde é demonstrada a escala em milímetros e o valor médio desta diferença está entre 1,076 e 0,584, com desvio padrão de 0,899 mm.

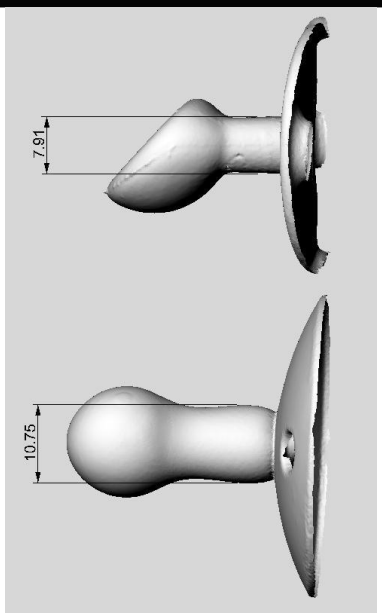


Figura 12: Distância entre parte superior e inferior do bulbo dos diferentes modelos.

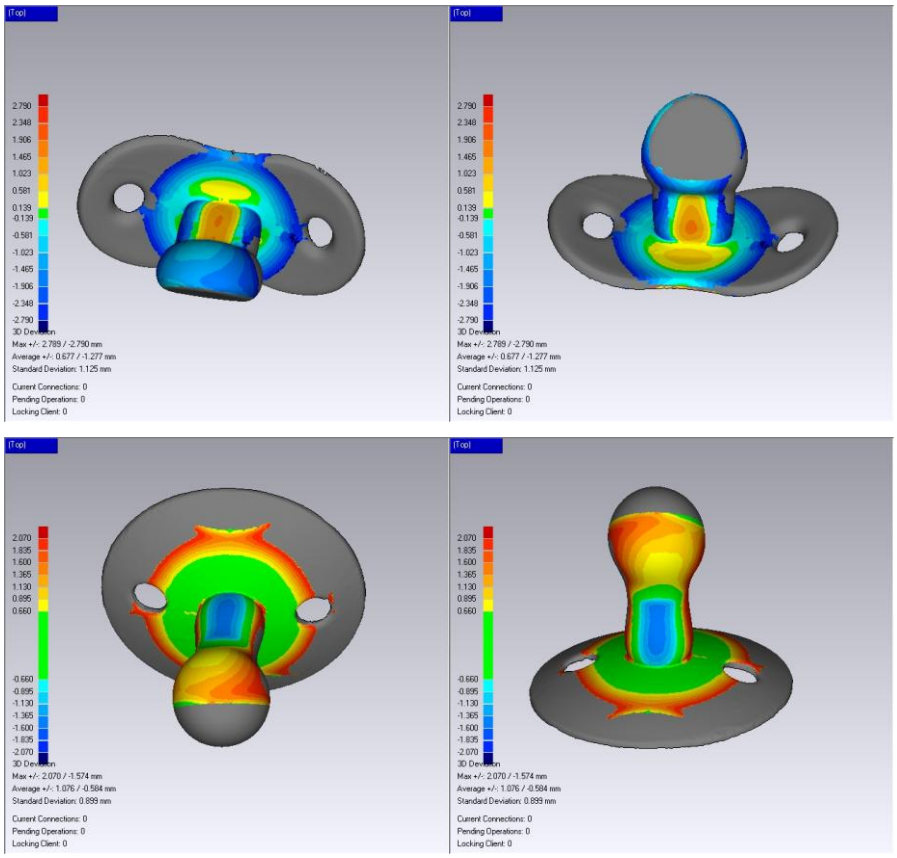


Figura 135: Diferença em milímetros entre a base do bulbo dos diferentes modelos. Azul significa que as medidas estão para dentro da imagem, enquanto vermelho indica que estão para fora.

Um modelo de chupeta ideal poderia ser considerado como fina na base para não impedir o exato posicionamento mandibular no encontro das arcadas superior e inferior e permitir que a boca se feche corretamente; chata para acompanhar a posição natural da língua que, em repouso, se apóia espontaneamente no palato; com uma forma que permita distribuir a pressão da língua no palato, até mesmo lateralmente; tem de ter um volume adequado às dimensões do palato, e, portanto à idade da criança, para permitir que a língua mantenha o seu espaço vital.

Análise seguindo a norma brasileira:

As informações presentes nas embalagens são listadas na tabela 3.

Tabela 3: Informações da embalagem.

Marca	Ferver antes de usar	Não usar laços e fitas	Examinar regularmente	Não mergulhar em doces	Frase indicativa de estar de acordo com a norma	Nome/ Símbolo	CNPJ
A	sim	não	sim*	sim*	sim	sim	Sim
B	sim	sim	sim	sim	sim	sim	Sim

*Não na ordem recomendada pela norma.

Como pode ser visto apenas a chupeta B segue rigorosamente a norma. A chupeta A apresenta falhas nas informações presentes na embalagem. Não há a instrução de não usar laços e fitas para prender a chupeta ao pescoço. Além disso, as informações de examinar regularmente e não mergulhar em doces aparecem fora da ordem recomendada. A chupeta C não teve sua embalagem analisada pois trata-se de um modelo importado e, portanto, não segue as normas brasileiras.

É preciso ressaltar que ambas as embalagens analisadas, há informações a mais como lavar com produtos neutros, guardar embalagens para futuras consultas e datas de fabricação.

Quanto às dimensões físicas, o resultado é mostrado na tabela 4.

Tabela 4: Dimensões dos modelos.

Marca	Número de furos*	Tamanho do bulbo (máximo de 30mm)	Dimensão dos furos >5mm	Afastamento entre bulbo e furos entre 5-6mm
A	2	sim	sim	sim
B	2	sim	sim	não (maior)
C	4	sim	não	não (maior)

* A norma indica presença de 2 (dois) furos

A marca que passou por todas as dimensões recomendadas foi a marca A. A marca B apresenta afastamento entre o bulbo e os furos maior do que o intervalo recomendado. Apenas a marca C apresenta mais do que dois furos, porém com dimensões inferiores aos 5 mm indicados.

Para os ensaios de tração, a Figura 14 mostra a maneira como o ensaio foi realizado:

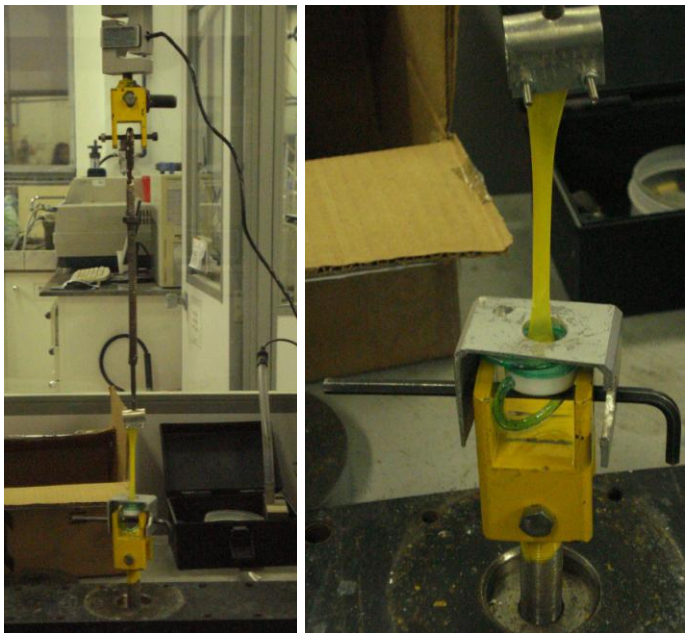


Figura 14: Equipamento utilizado para ensaio de tração das chupetas.

A máquina de ensaios foi adaptada para o acoplamento das chupetas, de maneira que a base do bico permaneceu fixa enquanto que a máquina esticava o bulbo preso na parte superior do equipamento. O resultado é mostrado na tabela 5.

Tabela 5: Carga máxima suportada.

Marca	Carga (Kg)	Aspecto do bulbo
A	~6	rasgamento
B	>13	desencaixe
C	~10	rasgamento

A marca A foi a única reprovada, já que em 6 Kg (60N) já havia sofrido rasgos no bulbo. A marca B houve o desencaixe do bulbo do disco, permanecendo intacto até a carga aplicada.

Conclusões

Através das análises e testes nos diferentes modelos de chupetas conclui-se que os materiais demonstrados pelo software utilizado para a seleção, *CES Edupack 2005*, silicones e borrachas naturais, correspondem aos que realmente são utilizados na confecção dos bulbos das chupetas pelos fabricantes quando o que é levado em consideração é a performance técnica. Vale ainda salientar que este diagrama de *Ashby* não leva em conta higienização e toxicidade como parâmetros para a seleção. Diferentemente dos materiais utilizados na fabricação do disco e anel, que não seriam os mais apropriados, devido à provável presença de bisfenol A em sua composição. Assim, ao estarem seguindo a recomendação indicada nas embalagens destes utensílios, as mães acabam aquecendo as chupetas, que posteriormente irão entrar em contato direto com a boca das crianças, podendo ingerir estes componentes, que segundo vários autores são prejudiciais à saúde e causadores de câncer e puberdade precoce de meninas.

Quando levado em consideração o formato e design do bulbo da chupeta, a pesquisa não é conclusiva porque as análises feitas pela digitalização a laser dos modelos não confirma a má formação da arcada dentária das crianças, pois deve ser levado em conta a pressão que a sucção exercida pela boca do bebê causaria no bulbo, modificando a forma deste dentro da boca.

Em relação à norma NBR 10334, basicamente todas seguem as recomendações e exigências estabelecidas. Porém, há que se questionar inclusive a indicação da norma, já que segundo Nam, Seo e Kim [4], esta recomendação de aquecer a chupeta antes da utilização, libera esses compostos como bisfenóis, de ação carcinogênica. Também através do ensaio de tensão x alongamento dos bulbos, pode-se verificar que o de silicone apresentou melhor desempenho do que o de borracha natural (látex), já que a chupeta A ficou no limite do especificado pela norma. Mesmo havendo o desencaixe, o bulbo de silicone resistiu sem apresentar rasgos durante todo o ensaio. Isso indica que os existe a necessidade de que os designers e fabricantes se atentem aos elementos de junção entre os sub-sistemas que compõem o bico (ligações entre bulbo-disco, disco-anel).

Então, levando em consideração todos os resultados comparativos obtidos, pode-se propor uma chupeta mais adequada, tanto em relação aos materiais

utilizados, quanto forma e desempenho, que combinaria propriedades entre estas chupetas. Este modelo seria composto de um mono-material (silicone), sendo vantajosa sua desmontagem e descarte, facilitando também a reciclagem. Além disso, possuiria um bulbo com design ortodôntico e não apresentaria policarbonato em sua confecção, sendo menos prejudicial para a saúde da criança.

Agradecimentos
Os autores agradecem as contribuições de Sidnei Pedrotti, Fábio P. Silva, Felipe Sanchez, Dijon de Moraes Júnior, Daniela Silveira, Sandra Souza dos Santos, Maurício Rochemback e todos os demais envolvidos neste trabalho.

Referências

[1] ANDRADE, C. R. Página pessoal. Disponível em www.med.fm.usp. Acessado em 05 de Junho de 2010.

[2] Guia Nuk Boca e Dentes. Disponível em http://www.nuk.pt/boca-e-dentes.html. Acessado em 09 de Junho de 2010.

[3] VANDENBERG, L.N.; HAUSER, R.; MARCUS, M.; OLEA, N.; WELSHONS, W.V. Human exposure to bisphenol A (BPA). **Reproductive Toxicology.** V 24, p. 139-177, July 2007.

[4] NAM, S.H.; SEO, Y.M.; KIM, M.G. Bisphenol A migration from polycarbonate baby bottle with repeated use. **Chemosphere**. February 2010

[5] Bisphenol: A declared safe by food safety authority. **The Canmaker**, West Sussex, V. 21, p. 8-9, Sept. 2008.

[6] KINDLEIN, W. Jr.; ETCHEPARE, H.D.; SILVA, F. P; RAVAZOLO, R. F. **Desenvolvimento de uma interface amigável via internet: materiais e processos de fabricação para o design de produto**. Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. Brasília: P&D Design, 2002.

[7] ASHBY, Michael F. **Materials Selection in Mechanical Design**. Butterworth- Heinemann, Oxford, 2nd ed, 1999, 502 p.

[8] FERRANTE, M. **Seleção de Materiais**. São Carlos: EDUFSCar, 1996.

[9] SILVA, E. A. **Um sistema informacional e perceptivo de seleção de materiais com enfoque no design de calçados**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. Mestrado Profissionalizante em Engenharia ênfase: Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas.

[10] SILVA, F.P. **O uso da digitalização tridimensional a laser no desenvolvimento e caracterização de texturas aplicadas ao design de produtos**. Dissertação para obtenção do título de Mestre em Engenharia. Porto Alegre, 2006.

[11] CALLISTER, W. **Materials Science and Engineering**. John Willey & Sons, 1999.

[12] GATTI, J.B. Presença de bisfenol A proveniente de vernizes em alimentos e sua implicação na saúde. **Boletim de Tecnologia e Desenvolvimento de Embalagens,** nº3, julho/agosto/setembro 2009.

[13] KINDLEIN, Wilson Jr.; ORTEGA, Leandro Bettoni; SOARES, Cristiano de Abreu; ROESE, Pedro Barrionuevo. **Avaliação de Similares: Estudo de caso de alicates de cutícula**

[14] Opinion on the scientific panel on food additives, flavoring processing aids and materials in contact with food (AFC), related to 2,2-bis (4-hydroxyphenyl)propane bis(2,3-epoxypropyl)ether (Bisphenol A diglycidyl ether, BADGE). **The EFSA Journal**, 2p, 2004.

[15] SCHNEIDER, E. L.; MARQUES, A. C.; MOZETIC, H.; KINDLEIN, W. Jr. **Avaliação de Similares: Estudo de Caso de Chave de Fenda**

[16] YAMAMOTO, T.; YASUHARA, A. Quantities of bisphenol A leached from plastic waste samples. **Chemosphere,** nº 11, p. 2569-2576, 1999.

5º workshop DESIGN&MATERIAIS

DESENVOLVIMENTO DE ÓRTESE DE USO NOTURNO PARA TRATAMENTO DE FASCITE PLANTAR

Rafael Prestes
Liciane Sabadin Bertol
Wilson Kindlein Junior

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Resumo

Fascite plantar é o processo inflamatório que acomete a fascia plantar, ocasionando falta de flexibilidade em indivíduos com este diagnóstico. Durante o sono os músculos flexores dorsais do pé encontram-se inativos, assim causando encurtamento da fascia plantar. Este artigo busca descrever o processo de desenvolvimento e fabricação de uma órtese para membro inferior de uso noturno para tratamento desta patologia, através da manutenção ou ganho de flexibilidade da musculatura afetada.

Palavras Chave: design de produto; fascite plantar; órtese.

Abstract

Plantar fasciitis is inflammation that affects the plantar fascia and causes lack of flexibility in individuals with this diagnosis. During the sleep time the muscles of the foot dorsal flexor are inactive, causing shortening of the plantar fascia. This article aims to describe the process of development and manufacturing of an orthesis for lower limb of nightly use to assist the treatment of this pathology, helping to maintain or gain the flexibility of the affected muscles.

Keywords*: product design; plantar faciitis; orthesis.*

Introdução

Órteses são aparelhos ou dispositivos ortopédicos de uso externo projetados para aplicar, distribuir ou remover forças para o corpo, ou ainda, alinhar, prevenir, corrigir deformidades ou melhorar a função das partes móveis. Ao longo da história as características de projeto das órteses para membros inferiores mudaram lentamente. Atualmente observa-se uma ligeira mudança no ritmo e no numero de alterações devido à aplicação de habilidades de

engenharia no projeto das órteses e à grande disponibilidade de materiais, principalmente os polímeros (FERNANDES et al., 2007; FILIPPO, 2006).

A fascia plantar também conhecida como aponeurose plantar é um tecido que recobre os músculos da planta do pé, a qual se estende do calcâneo aos dedos e consiste de três porções: medial, central e faixas laterais. A porção central geralmente chamada de fascia plantar origina-se da tuberosidade medial do calcâneo (GRASEL et al., 1999). A Fascite Plantar (FP) é um processo infamatório que envolve a fascia plantar, com ou sem o envolvimento de estruturas perifaciais, e sua etiologia está divida em três categorias principais: mecânica, degenerativa e sistemática (THEODOROU, 2000), Segundo Hebert et al. (2003), esta inflamação ocorre devido a repetidos microtraumatismos na origem da tuberosidade medial do calcâneo. Pode ser observado diminuição da vascularização, perda da elasticidade normal e alteração da fisiologia dos nocioceptores (ROMPE, 2003).

Os principais sintomas são a dor localizada, principalmente ao primeiro apoio matinal ou após longos períodos sentado (IMAMURA et al., 1996). Durante o sono ocorre a inatividade dos músculos flexores dorsais do pé, assim posicionando o pé em eqüino, o que consequentemente causa o encurtamento da fascia plantar. No primeiro apoio matinal ocorre um estiramento brusco o qual traciona a origem da fascia plantar e exacerba a dor (HEBERT et al., 2003).

Com relação à epidemiologia, as mulheres são mais acometidas, sendo 60% portadora de obesidade e estando na faixa etária do climatério. Entre os homens destacam-se os esportistas, sendo os praticantes de corrida e militares os mais acometidos (HEBERT et al., 2003; ROXAS, 2005; ROMPE, 2003; IMAMURA et al., 1996). Entre as crianças raramente se tem este diagnóstico (TACHDJIAN, 2001). O diagnóstico geralmente é feito através da história e exame físico, o qual evidencia dor à palpação da tuberosidade medial do calcâneo (ROXAS, 2005; IMAMURA et al., 1996) e marcha antálgica sobre a face lateral do pé (HEBERT et al., 2003).

O tratamento conservador (não cirúrgico) baseado na fisioterapia e meios analgésicos geralmente é suficiente, embora a recuperação seja lenta (até 18 meses) (ZANON et al., 2006). Diversos autores sugerem alongamento progressivo da fascia plantar, do tendão de aquiles, dos músculos e demais estruturas envolvidas com o tríceps sural (IMAMURA et al., 1996).

A doença é acelerada ou agravada pela falta de flexibilidade, como na retração do tendão calcanear, pelo excesso de treinamento, fadiga, inextensibilidade fascial e mecânica precária (WHITING e ZERNICKE, 2001). A indicação cirúrgica em casos de fascite plantar onde não se teve sucesso com o tratamento conservador é um procedimento raro (HEBERT et al., 2003).

Tendo em vista o grande numero de pessoas acometidas pela FP e a dificuldade no tratamento destes indivíduos, este estudo busca o desenvolvimento de uma órtese para auxilio do tratamento conservador, visando impedir que o alongamento obtido durante o dia na fisioterapia seja perdido a noite. Com a utilização desta órtese o tornozelo será mantido em posição neutra, sendo um grande aliado no alongamento da fascia e

consequentemente dos músculos do triceps sural. Neste contexto esta pesquisa tem como objetivos: (1) Desenvolver uma órtese para uso noturno quem mantenha o tornozelo em posição neutra e (2) elaborar e descrever o processo de produção desta órtese.

Ao projetar um produto objetiva-se satisfazer uma determinada população de consumidores, atendendo suas necessidades e expectativas atuais e/ ou futuras (SLACK, 2007). No projeto conceitual pode-se afirmar que o conceito determina os princípios da solução, onde a fase de geração do conceito precede a fase de esclarecimento (PAHL *et al*, 2005). O objetivo da geração de conceito é assegurar-se que o produto irá executar sua função de acordo com a previsão, atendendo os requisitos definidos. Podendo ser representado através de rascunhos, fluxograma, cálculos, protótipos, etc (BOLGENAGEM, 2003).

Segundo Baxter (2006), o objetivo do projeto conceitual é produzir princípios de projeto para um novo produto, devendo satisfazer as exigências do consumidor e diferenciando o novo produto de produtos já existentes. Para obter sucesso no projeto conceitual é necessário gerar o maior numero de conceitos e em seguida selecionar os melhores para aplicação no projeto, tendo em mente que a criatividade é de extrema importância.

De acordo com as etapas do desenvolvimento de produto proposto por Baxter (2006), o desenvolvimento da órtese de membro inferior para tratamento da fascite plantar pode ser desenvolvida segundo o projeto conceitual.

Materiais e Métodos

De acordo com as etapas do projeto conceitual, esta órtese será considerada o produto enquanto que os indivíduos acometidos pela fascite plantar serão considerados usuários. Neste sentido o objetivo do projeto conceitual é atender a proposta desta órtese quanto a sua eficácia na manutenção e auxilio no ganho de flexibilidade dos músculos envolvidos com a fascia plantar.

Para o desenvolvimento de um produto que auxilie no tratamento conservador da FP, objetiva-se a obtenção de uma órtese de uso noturno que mantenha o tornozelo na posição neutra, sendo um aliado no alongamento da fascia e conseqüentemente dos músculos do tricps sural. Busca-se, com este produto, garantir eficácia na manutenção e auxílio no ganho de flexibilidade dos músculos envolvidos com a fascia plantar dos usuários. Foram estudadas as órteses atualmente disponíveis no mercado, geradas novas concepções e selecionados os materiais e processos de fabricação adequados.

Órteses disponíveis no mercado

Para o desenvolvimento do novo produto, fez-se necessário realizar uma breve revisão das órteses para membros inferiores existentes no mercado. Estas foram avaliadas quanto aos materiais, os elementos de junção e o design.

Praticamente todas as órteses que são destinadas ao tratamento da FP utilizam componentes constituídos de polipropileno (PP), Etil Vinil Acetato (EVA), conectores com ganchos (velcro), adesivo de contato, rebites, parafusos e porcas.

O polipropileno (PP) é um termoplástico de estrutura semicristalina do grupo das poliolefinas, muito utilizado em aplicações de engenharia, suas características são o baixo custo, baixa densidade e alta versatilidade aliado ao baixo impacto ambiental causado durante o processo de polimerização do polipropileno, fazem deste polímero um importante material (STRAPASSON et al., 2004).

Etil Vinil Acetato (EVA) é um polímero que, devido à sua composição de célula aberta (expandido com ar), possui propriedades elásticas, sendo por isso utilizado quase universalmente nos sapatos desportivos de modo a amortecer os impactos provocados pela prática desportiva (SILVA, 2008).

O conector (velcro) é constituido de duas camadas, o lado do gancho contendo tecido coberto por pequenos ganchos plásticos e o lado da volta, que é constituido de menores pedaços de voltas plásticas, tendo a função de manter-se unidos quando encosta-se um no outro.

Atualmente existe disponivel no mercado uma infinidade de adesivos de contato, além das constantes inovações tecnológicas, estes adesivos podem ser utilizados em uma infinidade de materiais, alguns segmentos industriais que utilisam estes produtos são a construção civil, aeroespacial, automobilistica, calçadista entre outras (FALCO 2007). Os elementos de junção mais utilizados para união de diferentes materiais na confecção destes dispositivos são a junção por adesão (colas), amarração (costuras), deformação (rebites), engate (ganchos), fusão (fundição, sondagem) e rosqueamento (parafusos, porcas).

Com reação ao design destas órteses praticamente a maioria tem suas características muito semelhantes, sua confecção é realizada para ser utilizada posteriormente ao membro inferior acometido, envolvendo a panturrilha e o pé destes indivíduos.

Concepções geradas

Foram geradas inúmeras concepções durante a fase inicial do projeto, quanto aos materiais utilizados, a abordagem destas órteses e seus elementos de junção, as quais foram analisadas e discutidas para conformação deste novo produto.

A partir das características descritas, foram geradas novas concepções, utilizando estes materiais, porém com diferentes conformações no desenvolvimento deste produto.

Resultados

Geração e Seleção de Concepções

De acordo com as concepções geradas a partir deste estudo prévio, o desenvolvimento deste novo produto basea-se em requisitos de qualidade, leveza, conforto e fácil adaptação ao individuo. Os elementos utilizados para a confecção da órtese são descritos a seguir e mostrados na figura 1.

- Corpo Negativo: Termo-moldagem de PP por sucção.

A maioria das órteses existentes no mercado é confeccionada posteriormente ao molde positivo do paciente. Acredita-se que a maior parte destas órteses sejam confeccionadas por termo-moldagem e uma pequena quantidade seja confeccionada por injeção de polímeros. Optou-se pela termo-moldagem em molde aberto utilizando (PP), confeccionado a partir do molde positivo de gesso do individuo na porção anterior do membro a ser ortetisado, tornando este negativo mais confortável, utilizando menor quantidade de material, o que diminuirá seu peso e tornará mais fácil sua colocação.

- Forro: Termo-moldagem em EVA.

Algumas órteses para membros inferiores não apresentam forração, porem existem diversos modelos que contem deferentes tipos de forros, como os polímeros EVA e espumas de polietileno, alguns tipos de silicone e tecidos a base de algodão. Para forração desta órtese foi escolhido a termo-moldagem em EVA confeccionada no mesmo molde positivo do individuo, precedendo a termo-moldagem em PP.

- Elemento de Junção corpo/forro: Adesivo de contato (adesão).

Algumas órteses para membros inferiores não apresentam a junção destes dois polímeros e outras utilizam colas chamadas genericamente de adesivo de contato. Neste projeto optou-se pela união destes dois polímeros utilizando adesivo de contato.

- Elementos de junção corpo/velcro: Rebite oco (deformação)

A união destes materiais ocorre praticamente em sua totalidade por elementos de junção de deformação como os rebites, tendo uma grande variedade de modelos, porem em alguns modelos podem ser encontrados parafusos e porcas. Neste projeto optou-se por rebite oco.

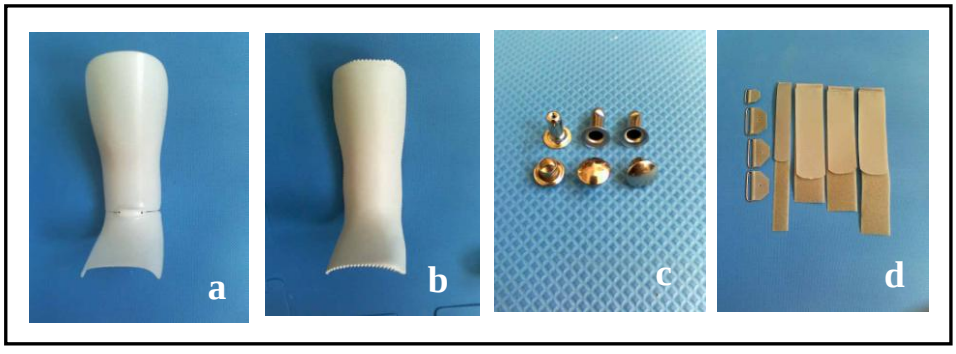


Figura 1: Elementos componentes da órtese desenvolvida. a) Corpo negativo em PP, b) forro em EVA, c) adesivos de contato, d) rebites.

Processo de Fabricação

O critério de maior valor para a geração de concepção foi o processo de fabricação. Ao longo de toda fase de formulação de concepção este processo foi previamente avaliado e modificado tendo objetivo de viabilizar esta concepção**.** Inicialmente foram realizados testes utilizando o processo de termomoldagem em molde aberto a vácuo, pela disponibilidade de equipamentos e materiais da oficina ortopédica que disponibilizou estes para realização do estudo.

Confecção do Protótipo

Nesta etapa definiu-se todo o processo de fabricação, iniciando pela moldagem do membro do paciente a ser ortetisado (molde negativo) utilizando ataduras gessadas para aquisição dos dados atropométricos do usuário. Posteriormente este molde foi preenchido com gesso líquido para obtenção da matriz da órtese (molde positivo), e em seguida foram realizados alguns ajustes no molde positivo para realização da termo moldagem em EVA e PP. O processo de termomoldagem foi realizado em uma estufa com a temperatura controlada em 180°. Os moldes e a estufa utilizada são mostrados na figura 2. Com a conclusão desta etapa, respeitou-se o período de resfriamento do PP para cristalização do mesmo afim de manter melhores características do material. Para finalização da confecção da órtese, esta foi removida do molde positivo (matriz) utilizando uma serra de gesso, em seguida foram realizados alguns ajustes como acabamentos com lixas e fresas, inserção de velcros e união do PP e EVA com adesivo de contato. O protótipo da órtese pode ser visualizado na figura 3.

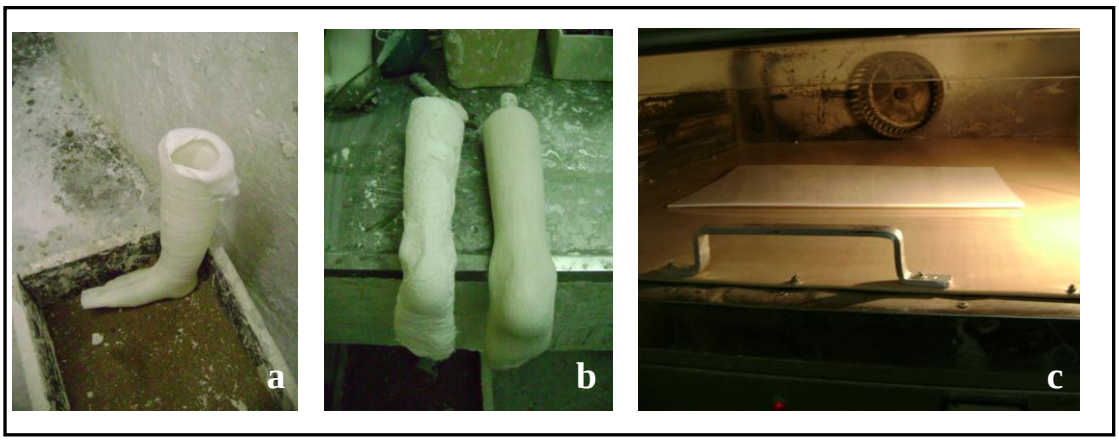


Figura 2: Etapas da fabricação da órtese. a) Molde negativo, b) molde negativo e positivo e c) estufa para aquecimento da placa de polipropileno para a termomoldagem.

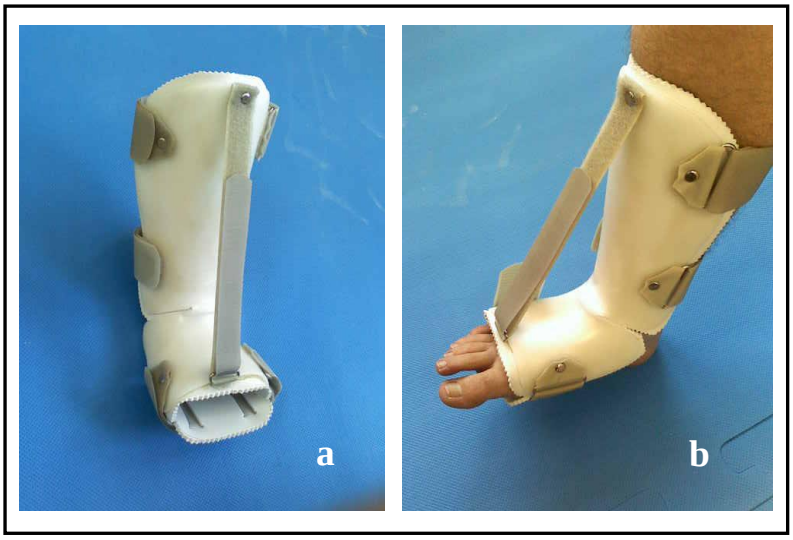


Figura 3: Protótipo da órtese. a) Órtese montada. b) Prova da Órtese.

Estando definidos os materiais, processos de fabricação e mecanismos de atuação da órtese, surge a possibilidade de confecção deste produto em diferentes tamanhos sem a necessidade da realização do molde negativo, utilizando matrizes prontas e adaptando de acordo com a antropometria do usuário.

Fluxograma do Processo

Posteriormente à fabricação do protótipo, o processo foi descrito passo a passo utilizando uma tabela do programa Microsoft Excel, com o objetivo de organizar e visualizar as informações referentes a todo este processo. Neste sentido, o macroprocesso de fabricação desta órtese foi dividido em três processos:

1) Processo de confecção do molde negativo e transformação em positivo do membro a ser ortetisado;
2) Processo de confecção dos componentes;
3) Processo de montagem dos componentes.

A figura 4 esquematiza o macroprocesso de fabricação da órtese proposta.

E14 fx A água deve estar a temperatura ambiente, não esquentar a ág

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	CONFECÇÃO DO MOLDE (NEGATIVO)							
3	OPERAÇÃO		Vestir malha		Enfaixamento com atadura gessada		Retirada do molde negativo	
5	Materiais		Malha tubular, balde com água		Atadura gessada, faixa de polipropileno, balde		Tesoura, estilete	
7	Descrição		Colocar malha tubular envolvendo o MI desde o joelho até a ponta do pé		Posicionar a faixa de polipropileno posterior ao MI		Recortar a atadura gessada sobre a faixa de polipropileno	
11	Observações		A malha deve ficar maior que a atadura gessada para orientar melhor a retirada do gesso		Enfaixar o MI com quantas ataduras gessadas forem			
14					A água deve estar a temperatura		Esperar até que o gesso já esteja seco	

Figura 4: Macroprocesso de fabricação da órtese desenvolvida.

Conclusões

A concepção proposta neste estudo com relação às características de qualidade, leveza, conforto e fácil adaptação foram atendidas com a finalização deste instrumento, o qual teve seu processo detalhado de elaboração, descrição e fabricação.

No caso dos materiais utilizados na conformação desta órtese, salienta-se o baixo custo e o facilidade de obtenção dos materiais utilizado para confecção desta órtese.

É importante que sejam feitos estudos comparativos em indivíduos com FP que estejam realizando tratamento conservador, a fim de avaliar a eficácia desta órtese no tratamento destes indivíduos e também comparando com outros modelos existentes atualmente.

Enfim, o tratamento da fascite plantar ainda é lento, não tendo protocolos bem estabelecidos. Entretanto, sabe-se que a melhora da flexibilidade da musculatura envolvida com a fascia plantar trás benefícios diretos quanto ao quadro álgico destes indivíduos. Assim pode-se considerar esta órtese de uso noturno mais um recurso no auxilio do tratamento destes indivíduos, atuando na manutenção e ou ganho de flexibilidade e, conseqüentemente, melhorando a qualidade de vida destas pessoas.

Agradecimentos

Esta pesquisa foi realizada com o apoio do CNPq.

Referências

[1] BAXTER, M. Projeto de Produto – Guia Prático para o Design de Novos Produtos. São Paulo, 2º ed, reimpressão, Edgard Blucher, 2006.

[2] BOLGENBAGEN, N J. O Processo de Desenvolvimento de Produtos: Proposição de um Modelo de Gestão e Organização. Dissertação de Mestrado UFRGS, Porto Alegre, 2003.

[3] FERNANDES, A C ; RAMOS, A C R ; CASALIS, M E P ; HEBERT, S K. AACD Medicina e Reabilitação – Princípios e Prática. 1º ed: Artes Médicas, 2007.

[4] FALCO, A P S. Avaliação de Adesivos Utilizados em Solados de Calçados de Uso da Marinha do Brasil. Dissertação de Mestrado, UFRJ, Rio de Janeiro, 2007.

[5] FILIPPO, T R M. Uma Contribuição da Automação para o Desenvolvimento de Órteses Ativas para Membros Inferiores. Dissertação de Mestrado UNICAMP, Campinas, 2006.

[6] GRASEL, R P, *et al.* MR Imaging of Plantar Fasciitis: Edema,Tears, and Occult Marrow Abnormalities Correlated with Outcome. American Roentgem Ray Society, 1999.

[7] HERBERT, S *et al*. Ortopedia e Traumatologia Princípios e Prática. Porto Alegre, 3º ed, Artmed, 2003.

[8] IMAMURA, M *et al.* Fascite Plantar: Estudo Comparativo. Rev Bras Ortop, 1996.

[9] PAUL, GERHARD et al. Projeto na Engenharia: Fundamentos do Desenvolvimento Eficaz de Produtos: Métodos e Aplicações. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

[10] SILVA P. Quanto Dura um par de Calçados Desportivos. Disponível em http://www.calcadodesportivo.com/solaintermedia.htm. Acesso em 24/09/2009.

[11] ROMPE, J D, *et al*. Shock Wave Application for Chronic Plantar Fasciitis in Running Athletes. The American Journal of Sports Medicine, 2003.

[12] ROXAS, M. Plantar Fasciitis: Diagnosis and Therapeutic Considerations. Alternative Medicine Review, 2005.

[13] STRAPASSON, R, et al. Analise da influência de múltiplas extrusões nas propriedades do polipropileno. II Congresso Brasileiro de Termodinâmica Aplicada, 2004.

[14] TACHDJIAN, M O. Ortopedia Pediátrica – Diagnóstico e Tratamento. Rio de Janeiro, Revinter, 2001.

[15] THEODOROU, D J. Plantar Fasciitis and Fascial Rupture: MR Imaging Findings in 26 Patients Supplemented with Anatomic Data in Cadavers. Radiographics, 2000.

[16] WHITING, W C ; ZERNICKE, R F. Lesões das extremidades inferiores. Biomecânica da lesão musculoesquelética. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.

[17] ZANON, R G ; BRASIL, A K ; IMAMURA M. Ultra-som Contínuo no Tratamento da Fascite Plantar Crônica. Acta Ortop Bras, 2006.

workshop DESIGN&MATERIAIS

APLICAÇÕES DE MICROCÁPSULAS: DESIGN DE PRODUTO E GRÁFICO

Tatiana Louise Avila de Campos Rocha
Liane Roldo
Paula Breier Stürmer
Wagner Soares Rossi

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Resumo

Microcápsulas são micropartículas de um só núcleo compostas por um invólucro com algum material no interior. O conteúdo da microcápsula que define a sua função. Nesse trabalho são utilizados materiais aromatizantes e luminescentes. A aplicação dessa tecnologia deixa o produto mais atrativo e agrega funcionalidade. Sendo assim, neste artigo são apresentadas alternativas de aplicações de microcápsulas as quais estão em desenvolvimento no laboratório. Ao final, são relatadas as técnicas que serão testadas de aplicações das microcápsulas em embalagens e em superfícies têxteis.

Palavras-chave: Design; Microcápsulas; Produtos.

Abstract

Microcapsules are microparticles with a single core composed of a casing with some material inside. The contents of the microcapsule which defines it's function. In this work are used flavoring and luminescent materials. The application of this technology makes the product more attractive and adds functionality. So, this article presents applications of alternative of microcapsules which are developing laboratory. Finally, it will be described the techniques that will be tested applications of microcapsules in packaging and textile surfaces.

Keywords: *Design; Microcapsules; Products.*

1. Introdução

A velocidade com que as inovações tecnológicas têm chegado ao mercado e, desta forma, fazendo parte do dia-dia do consumidor, faz com que o meio industrial procure novos processos de fabricação. Dentro desta concepção, o design tem a missão de procurar e aplicar essas inovações tecnológicas, na área de materiais e processos aliados ao design de produtos inovadores com características únicas através da aplicação de microcápsulas. Estas já são amplamente utilizadas pela indústria farmacêutica, de cosméticos, produtos alimentícios, design de embalagens, têxtil e agroindústria. As microcápsulas são utilizadas a fim de agregar valor e desempenho aliado a informações perceptivas ao produto, explorando os sentidos (tato, visão, paladar, olfato e audição) do usuário. Sendo assim, a tônica deste trabalho é a aplicação das microcápsulas no desenvolvimento de produtos nos diversos setores de embalagens, impressos e têxtil.

As micropartículas podem ser divididas em microcápsulas (mononucleada) e microesferas (múltiplos núcleos), como mostra a figura 1. O microencapsulamento é uma técnica que consiste em recobrir uma substância com uma fina película de outro composto, formando uma cápsula de dimensões micrométricas. O envoltório da microcápsula funcionará como uma barreira para isolar, estabilizar e proteger a substância do meio ambiente. Com a sua formação, é possibilitado um maior potencial de uso a algumas substâncias, proporcionando maior resistência para materiais frágeis e sensíveis às condições de armazenamento; retenção de materiais voláteis; conservação de materiais líquidos em sólidos; liberação controlada do composto ativo; mascarando propriedades indesejáveis de algumas substâncias como odor, sabor ou pH; proteção à oxidação, luz e a umidade (ROLDO; HAMMESTER; FLORES; KINDLEIN, 2008).

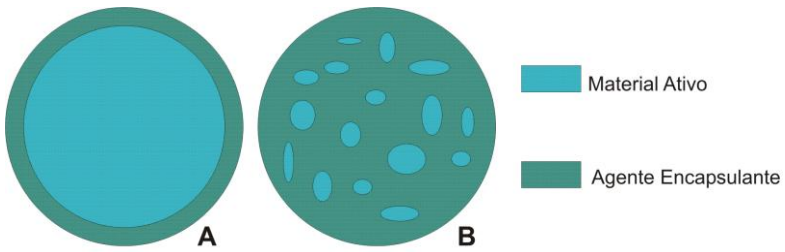


Figura 1: microcápsula com núcleo único (A) e múltiplos núcleos (B).

Existem diversas técnicas para obtenção das microcápsulas, elas se dividem em físicas (*Spray Drying, Spray Chilling, co-extrusion)*, químicas (polimerização interfacial, polimerização in-situ, suspensão, dispersão, emulsão) ou físico-químicas (coacervação, sol-gel) (DEASY, 1984; GOUIN, 2004). A escolha da técnica leva em consideração o material ativo que deseja encapsular e, principalmente, o agente encapsulante onde a utilização do produto final deve ser considerada.

1.1. Coacervação

A coacervação, também chamada de separação de fase, consiste na suspensão do material ativo em uma solução contendo o agente encapsulante (solução polimérica). Após o polímero que constituirá a cápsula (agente encapsulante) é induzido a separar-se como uma fase líquida viscosa (essa indução é provocada pela adição de um não solvente ou de um segundo polímero com solubilidade maior no material ativo ou pela diminuição da temperatura), conforme está descrito na figura 2. A figura 2A mostra gotas do material de núcleo espalhadas em uma solução do material constituinte da membrana. Na figura 2B, começa a coacervação pela separação de micro coacervatos divididos na solução. Gradualmente os micro coacervatos são separados nas superfícies das gotas do material de núcleo, etapa representada na figura 2C. A figura 2D mostra a última etapa em a membrana das microcápsulas começa a tomar forma com o material ativo no núcleo.

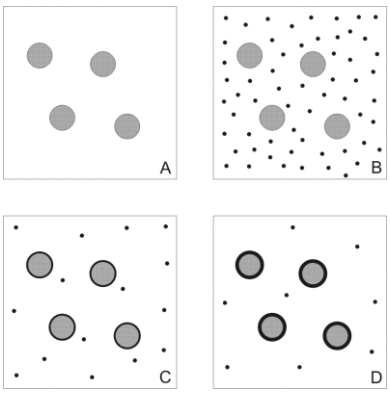


Figura 2 – Etapas do processo de coacervação.

Há dois métodos de coacervação: simples e complexa. O processo de coacervação simples envolve um único agente encapsulante e ocorre pela remoção do solvente através do uso de um composto com grande afinidade com a água, como sais ou álcoois (STREIT, 2002). Com a saída do solvente, as moléculas do agente encapsulante se aproximam e formam aglomerados.

A coacervação complexa consiste na emulsificação do material do núcleo em uma solução contendo o agente encapsulante que é então forçado a separar-se em duas fases através de uma mudança de pH, formando assim as microcápsulas. Na figura 3, foto (microscópio ótico transmissão) de microcápsulas realizadas no LdSM (Laboratório de Design e Seleção de Materiais) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Figura 3 - Imagem de microscopia óptica de luz transmitida das microcápsulas de gelatina/pectina.

1.2 Polimerização interfacial

O processo de microencapsulação consiste na dissolução de dois monômeros “complementares” em dois solventes imiscíveis. Dentre as técnicas de microencapsulação a polimerização interfacial é uma das mais simples de ser realizada e que melhor possibilita o controle das propriedades das microcápsulas.

1.3 Aplicações

Existem diversas aplicações para as microcápsulas que vão desde mascarar características desagradáveis de certas substâncias, como sabor, odor, pH, dentre outras; proteger o material que será encapsulado da oxidação, umidade; reter substâncias voláteis; converter líquidos em sólidos; obter o controle sobre a liberação de substâncias, melhorando a eficácia destas em sua aplicação (MONLLOR; BONET; CASES, 2007; STREIT, 2002). Com o controle sobre essas funções que as microcápsulas exercem, é alcançado um melhor potencial de uso, possibilitando que o produto final realce suas características desejáveis, minimizando a perda destas, podendo também ser adicionada nova característica (GOUIN, 2004). Na escolha do tipo de microcápsula é necessário levar em consideração a durabilidade, a forma de liberação do produto, o tamanho da microcápsula, a finalidade de uso e o material onde serão aplicadas as microcápsulas.

Outros exemplos de aplicação relacionam propriedades e aplicações como em tecidos revestidos com microcápsulas, dando-lhes propriedades como ação bacteriológica (como em sapatos para esportes), hidratante, antichamas, repelente, proteção a raios ultravioleta, combate à celulite, dissipador de suor. Além do seu potencial emprego em tintas e vernizes, também é utilizado em catálogos de perfumes, em que as microcápsulas misturadas a um verniz são inseridas ao papel.

Existem atualmente brinquedos e livros olfativos para crianças, que procuram ensiná-las a desenvolver o olfato, há também roupas de cama com cheiro de ervas para acalmar e transmitir conforto ao usuário, aromatizadores de ambientes, embalagens, texturas etc. Na figura 4 é apresentado um exemplo de aplicação das microcápsulas. Elas foram depositadas na superfície do couro.

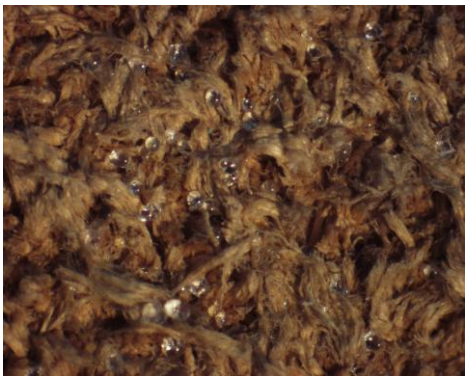


Figura 4 – A imagem mostra microcápsula (gotículas) na superfície do couro.

Inicialmente os revestimentos (tintas e vernizes) têm como função apenas proteger e agregar valor estético ao substrato, no entanto, usando a tecnologia de microencapsulamento, é possível criar revestimentos que não sujam, que se auto-regeneram, entre outros. Para o presente projeto, foi escolhida a melamina e o PVA (acetato de polivinila) para formar a cápsula que englobará microprodutos como carvão ativado, parafina, produtos hidratantes, essências e corantes.

2. Propostas de aplicação

Serão feitos estudos de aplicações das microcápsulas em tecidos e embalagens com o objetivo de agregar valor aos produtos, diferenciado-os do mercado. As microcápsulas utilizadas serão as já produzidas em pesquisa existentes no laboratório e os métodos de aplicação serão escolhidos de acordo com a viabilidade e a acessibilidade que o laboratório oferece.

2.1. Embalagens

“A embalagem, [...] é uma forma de ‘experiência gratuita’, que visa fazer o cliente conhecer o produto e experimentá-lo, sem necessariamente comprá-lo” (NEGRÃO; CAMARGO, 2008), é nesse contexto que a proposta de aplicação de microcápsulas em embalagens pode se aproveitar dessa experiência, tornando-a mais atrativa, intensa e real, proporcionando também uma decisão de compra mais segura. A aplicação de microcápsulas na embalagem pode ir além, tornando-se mais um recurso de atratividade para o consumidor fazendo com que o produto que faça uso dessa tecnologia se torne mais competitivo.

A inovação também é um poderoso recurso a ser explorado no mercado. As microcápsulas podem representar esse diferencial, tornando-se fator

decisivo na hora da compra, atuando como uma nova linguagem a ser explorada, além da visual e da tátil, representa a incorporação do sentido olfativo, suprimido pela necessidade de conservação do produto. A inovação “é um fator decisivo no novo cenário competitivo” (MESTRINER, 2002).

O uso de microcápsulas no design de embalagens representa também uma intensificação da relação do consumidor com o produto que está no interior da embalagem, pois pode-se simular diversos odores, texturas e luminescências, de acordo com o que se pretende explorar.

Na proposta de Gurgel (2007) também deve-se inserir em um projeto de embalagem a idéia de inovação, no âmbito da embalagem está ligada a algumas considerações entre elas: o estímulo, que está diretamente ligado ao aumento da vendas; o conceito, o produto deve apresentar um design atualizado da empresa e ajustar-se ao segmento de mercado no qual atua, a tecnologia; por isso devemos absorver essa tecnologia das microcápsulas no mercado produtor de embalagem. Ao aplicarmos microcápsulas ao design de embalagem podemos estar contemplando algumas dessas considerações de inovação, e agregando um importante diferencial no produto.

A proposta é desenvolver uma embalagem que contenha microcápsulas aromatizantes, tendo como objetivo espalhar a fragrância pelo ambiente suprindo o uso de sachês existentes no mercado. Sachês são saquinhos cheios de um material coberto de algum óleo aromatizante. Esse material pode ser desde bolinhas de sagu até serragem, que são imersas em um recipiente com essa essência. Os sachês são colocados em armários para aromatizar as roupas, porém, por ter contato com as superfícies têxteis, o óleo dos saches provoca manchas nos tecidos.

Isso não ocorre com as microcápsulas, já que elas possuem uma película protetora que envolve a essência aromatizante, impedindo que o óleo vaze e manche o tecido. A idéia é trazer uma nova função às embalagens que são descartadas logo após o consumo, assim aumentando o seu ciclo de vida e protegendo o meio ambiente.

Alguns dos métodos que podem ser utilizados para aplicar as microcápsulas nas embalagens são: a impressão *offset,* a flexografia e a serigrafia. A impressão *offset* é o método planográfico mais importante e mais utilizado atualmente para impressões. Consiste na repulsão da água e a gordura (tinta) (GOMES FILHO, 2006). As microcápsulas podem ser aplicadas quando adicionadas ao verniz ou a tinta.

A flexografia é um método relevográfico que funciona de maneira semelhante aos carimbos, utilizando um clichê de borracha ou fotopolímero que é montado sobre um cilindro de impressão, geralmente imprime-se me bobinas. A grande vantagem é permitir a impressão nos mais variados suportes, independente da superfície e sua dureza (GOMES FILHO, 2006). A desvantagem deste processo, assim como o *offset* é que os dois exigem uma grande tiragem para serem acessíveis economicamente, portanto serão descartados de nossos estudos de aplicações no LdSM.

Outra maneira de aplicar as microcápsulas nas embalagens é o método da impressão serigrafia (*silkscreen)*. Essa técnica de impressão utiliza uma tela vazada, normalmente de seda, náilon ou poliéster, no qual a tinta é vazada por pressão por um rodo ou puxador. A tela é preparada através de um processo

de fotosensibilidade. Os locais vazados na tela, permitem a passagem da tinta para a superfície a ser impressa. Os locais impermeabilizados pelo endurecimento da emulsão que foi exposta à luz impedem a passagem da tinta (VILLAS-BOAS, 2008).

O método da serigrafia produz ótimos resultados e pode ser aplicado em diferentes tipos de materiais e superfícies, de diferentes tamanhos, formas, texturas e espessuras, com diversos tipos de tintas e cores (GOMES FILHO, 2006). O processo pode ser feito de forma mecânica ou manual. Dessa maneira é possível aplicar as microcápsulas misturadas na tinta ou no verniz em áreas específicas da superfície. Esse método é de baixo custo e viável de ser aplicado a poucas unidades, portanto esse será o processo utilizado para aplicar as microcápsulas nas embalagens nesse estudo.

2.2. Superfícies têxteis

Muitas empresas estão desenvolvendo roupas que trazem outras funções além de simplesmente vestir. Como foi dito anteriormente, esses tecidos podem evitar manchas, combater a celulite, eliminar odores, repelir insetos e até podem ser resistentes ao fogo. Isso aplicando a tecnologia das microcápsulas, variando o material ativo de acordo com o objetivo e o agente encapsulante dependendo das condições de uso e do meio.

Um dos métodos de aplicação de microcápsulas nas superfícies têxteis é composto por três etapas, são elas:

- Impregnação: inserir o tecido em um recipiente contendo as microcápsulas.
- Espremagem: espalhar as microcápsulas na superfície do tecido e espremê-las com o auxílio de um rolo.
- Fixação: um aglutinante é aplicado para fixar as microcápsulas no tecido.

Outro método de aplicar as microcápsulas no tecido é a serigrafia que foi explicada anteriormente. Esse processo permite que seja feita uma estampa no tecido aplicando as microcápsulas em uma área mais delimitada. Serão testados os dois métodos, assim as microcápsulas vão ser aplicadas em todo o tecido e também em locais determinados.

Utilizando as microcápsulas já desenvolvidas no laboratório em estudos anteriores, a proposta de aplicação nas superfícies têxteis é utilizar materiais ativos aromatizantes e luminescentes em camisetas para agregar valor ao produto. Utilizando as microcápsulas aromatizantes nos tecidos para aromatizar todo ou em algumas áreas especificas como uma estampa perfumada ou para eliminar odores.

Também serão feitos estudos com microcápsulas luminescentes. A aplicação será em locais específicos, deste modo pode ser feita uma estampa que só seja vista em lugares com pouca iluminação como as casas noturnas.

Outra proposta é colocar as microcápsulas luminescentes em tecidos do forro de bolsas. Em ambientes com baixa luminosidade é difícil encontrar objetos perdidos dentro da bolsa, um forro com microcápsulas luminescentes facilitaria a busca desses objetos tornando o produto funcional e atrativo. Existem produtos no mercado que possuem essa funcionalidade, bolsas com

lâmpadas no interior já existem no mercado. Os contras desses produtos é que precisam de algum botão para acionar a lâmpada e possuem baterias, que devem ser trocadas regularmente.

Existe outra bolsa no mercado cuja iluminação interna é gerada por energia solar, porém o valor de mercado é bem mais elevado e também há a utilização de baterias. As microcápsulas luminescentes dispensam o uso de fios e energia elétrica, tornando o produto mais seguro e ecologicamente correto, sem elevar demasiadamente o valor de mercado.

3. Resultados esperados

A criação de produtos com um design diferenciado e competitivo busca uma inter-relação entre as áreas de desenvolvimento de produto e a seleção de materiais através da percepção do produto resultante da aplicação de microcápsulas com diferentes usos finais. A partir deste pré-suposto, a relevância deste trabalho pode ser facilmente compreendida, pois a inovação em design é um ingrediente vital para a melhoria da qualidade e inovação dos produtos contribuindo na diferenciação dos concorrentes. Com essa pesquisa esperamos criar produtos com funcionalidades atrativas para o consumidor criando um diferencial de mercado com a aplicação de microcápsulas aromáticas e luminescentes.

Referências

DEASY, Patrick B. Microencapsulation and related drug processes. Marcel Dekker. New York, 1984.

GOMES FILHO, J. Design do Objeto: bases conceituais. São Paulo: Escrituras, 2006.

GOUIN, Sébastien. Microencapsulation: industrial appraisal of existing technologies and trends. Trends in Food Science & Technology 15 (2004).

GURGEL, F. A.; Administração de Embalagem. São Paulo: Thompson Learning, 2007.

MESTRINER, F. Design de Embalagens - curso básico. São Paulo: Pearson Makron Books, 2002.

MONLLOR, P., BONET, M. A., CASES, F., Characterization of the behaviour of flavour microcapsules in cotton fabrics. Elsevier, Science Direct, European Polymer Journal, 2007.

NEGRÃO, C.; CAMARGO, E., Design de Embalagem: do marketing a produção. São Paulo: Novatech, 2008.

ROLDO, L., HAMMESTER, L., FLORES, M. D. F., KINDLEIN, W., Microcápsulas: Uso da Microtecnologia no Design de Produtos Inovadores. Porto Alegre: UFRGS, 2008.

STREIT, Fernanda. Microencapsulação: Métodos e aplicações na indústria de alimentos. Monografia para obtenção do título de Graduação em Engenharia de alimentos pela UFRGS. Porto Alegre, 2002.

VILLAS-BOAS, A. Produção Gráfica para Designers. Rio de Janeiro: 2AB, 2008.

workshop DESIGN&MATERIAIS

SELEÇÃO DE MATERIAIS: ANÁLISE DE SIMILARES DE ACESSÓRIO ESPORTIVO, ÓCULOS DE NATAÇÃO.

Elisa Beretta
Clarice Debiaggi
Andréa Capra
Camila Ardais
Wilson Kindlein Jr

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Resumo

Este artigo tem como objetivo aplicar a ferramenta de análise de similares em um material esportivo. A escolha foi os óculos de natação, como expressão da evolução do design e dos materiais nos esportes a partir de uma contextualização sobre a evolução dos materiais nos esportes. Os testes de análise de similares são aplicados em duas categorias de óculos, um de qualidade considerada superior e outro inferior. Um dos resultados mais relevantes foi que o material informado na embalagem não corresponde ao que de fato ao material que constitui o produto. O outro, que o desempenho final do produto depende da combinação da geometria adequada àquela atividade com os materiais empregados.

Palavras-chave: Análise de Similares; Óculos de Natação; Design e seleção de Materiais.

Abstract

This paper objective was to analyze a sportive material with a similar analysis feature. The choice was the swimming goggles, as an expression of the design and materials evolution through the years in sports from a contextualization about the material evolution in sports. The similar analysis tests are applied in two categories of goggles: one with quality considered superior and, the other one, inferior. One of the most considerable results was that the material informed in the goggle package did not correspond with the real material used in the product component. The other one was that the performance of the d final product is a combination of the proper geometry to the activity and the materials used.

Keywords: *Similar analysis; Swim Goggles; Design and Materials Selection*.

Introdução

O Design é uma atividade multidisciplinar, que integra diversos conhecimentos, estímulos e oportunidades capazes de dar forma, corpo, valor e função aos seus produtos. Não há produto sem uma material para constituí-lo. Os materiais que constituem os produtos e o processo de fabricação que dão forma aos projetos de design, são importantíssimos dentro do processo de desenvolvimento de produto. Existem no mercado mais de 50.000 diferentes materiais para a confecção de produtos (Ferrante 2002). É necessário estabelecer claramente para que o material será selecionado, pois os materiais devem atender aos objetivos do projeto de design.

A "análise de similares"é uma importante ferramenta para avaliar os produtos disponíveis no mercado, conhecer a propriedade dos materiais, suas características, restrições, aplicabilidades é muito importante para os Designers que buscam inovar estimulados pela tecnologia.

A disseminação da "seleção de materiais" impulsiona as mais variadas áreas do Design, este trabalho pretende aplicar a ferramenta de análise de similares, dentro do contexto dos materiais esportivos. O artigo será dividido em três seções, a primeira seção é conceitual, trata da evolução dos materiais esportivos, a segunda seção é uma linha do tempo iconográfica dos trajes de natação nas olimpíadas, a terceira seção trata da utilização das tecnologias de análise de similares (testes).

Contextualização – Evolução dos materiais nos esportes

Pode-se observar a tecnologia presente no cotidiano das pessoas, dentro casa, no trabalho, nas roupas, nos utensílios com objetivo de proporcionar maior interatividade, conforto e segurança para seus usuários. Hoje dentro dos esportes onde cada milésimo faz diferença para o atleta a tecnologia vem para auxiliar, segundo KATZ :

> A tecnologia eletrônica moderna, particularmente a internet e a comunicação digital multiuso de alta velocidade, torna possível a treinadores e atletas obter, analisar e integrar informações recursos de maneira eficiente e efetiva para aperfeiçoar o treinamento, a tomada de decisões e as colaborações.

A tecnologia também está presente nas simulações feitas pela realidade virtual que ajudam a melhorar a performance do atleta, serve também para protegê-los de lesões e permitir-lhes milésimos de segundos a menos do que um concorrente, isso depende dos equipamentos de última geração e de materiais que permitam cada vez mais conforto e eficiência.

A evolução natural dos estudos sobre cada modalidade esportiva contribui de forma significativa no aperfeiçoamento de sua prática. O principal apoio ao esporte do século XX foi a sua profissionalização, que trouxe consigo a demanda por equipamentos esportivos mais leves, resistentes e flexíveis.

Uma das modalidades mais conhecidas é a natação que consiste em movimentar braços e pernas para fazer o deslocamento dentro da água, segundo VIEIRA e FREITAS (2006) a natação já era praticada nas comunidades primitivas, em que os homens nadavam para fugir dos

predadores e inimigos, para garantir a sobrevivência ou até mesmo por diversão.

A natação conforme VIEIRA e FREITAS (2006) era para ajudar apenas na forma física e aprimoramento pessoal, por isso não chegou a ser configurado esporte nos jogos da Antiguidade, somente na idade moderna no século XVII começa a ser considerada de outra forma.

Os estilos de nado foram evoluindo juntamente com as regras. Hoje a tecnologia ajuda na verificação dos resultados, conforme VIEIRA e FREITAS (2006) por meio de instrumentos de aferição automáticos e o processamento de tempo feito em tempo real pelos computadores.

A Federação Internacional de Natação (FINA) proíbe o uso do que quer que seja com o fim de aumentar a sua velocidade, flutuação ou resistência durante uma competição tais como palmípedes, barbatanas, etc. Os trajes confeccionados em tecidos tecnológicos ainda estão em discussão, pois estes têm o objetivo de reduzir a sensação de arrasto dentro d'água. Ainda sobre as regras da FINA que indica os acessórios do nadador existe somente a permissão do uso de óculos para a natação, não são especificados materiais, marca ou modelo.

A evolução dos materiais esportivos está diretamente ligado com a durabilidade, beleza, segurança e eficiência dos equipamentos. A seleção de materiais deve ser feita, segundo FERRANTE (2002) visando não só atender a requisitos de resistência mecânica, de tenacidade, de resistência a corrosão, etc., mas também visando adequar o material aos processos de fabricação disponível. Para a presente artigo foi escolhido o óculos de natação que mesmo não tendo nenhum tipo de restrições da FINA é um acessório quase indispensável para o desempenho do atleta.

Materiais e Métodos

Foram utilizados dois óculos de natação, ambos para treinos. O óculos A têm custo aproximado de R$ 75,00 reais e o óculos B, R$ 15,00. Na figura 06 , imagens dos óculos A (esquerda) e óculos B (direita).

Fig 06: Óculos de natação analisados – óculos A (esquerda) e óculos B (direita).

Primeiramente foi realizado um teste de uso com ambos os óculos. Foram percorridos 1,5 km em 50 min. em uma piscina tratada com cloro, analisando o desempenho para esta função. Dentre os fatores analisados estão: conforto, ajuste ao rosto do usuário, se a lente do óculos fica embaçada enquanto em uso, pressão realizada nas proeminências ósseas dos olhos, e se a ventosa permite que água penetre na lente. Com os problemas identificados no uso, foi feita a análise das partes problemáticas buscando identificar quais as diferenças entre os componentes.

O fabricante informa os materiais dos óculos, no entanto, por motivo de comparação, foram realizadas análises em um equipamento de FTIR - Fourier Transform Infrared Spectroscopy ou Espectroscopia de Infravermelho por Transformado de Fourier – da marca Perkin-Elmer modelo Spectrum One, como pode ser visto na figura 07.

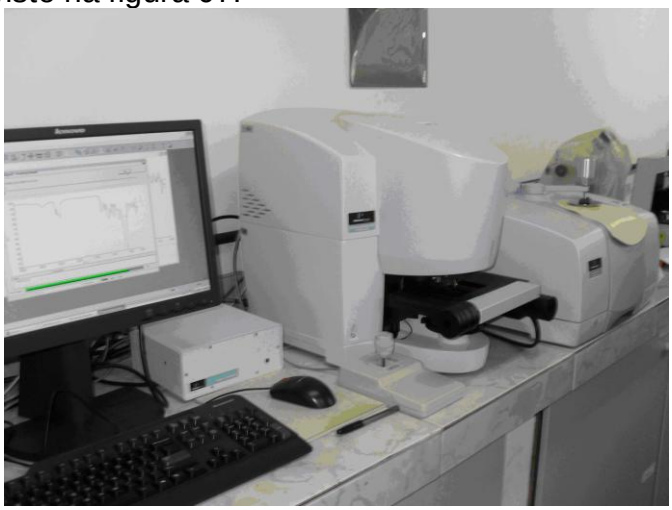


Fig.07: FTIR onde foram analisados os materiais dos óculos.

Para analisar a tira, ambas foram pesadas, e sua área estimada foi medida e calculada. Para analisar a resistência a tração do material empregado nas tiras, testes de tração foram realizados no equipamento Applied Tests Systems com velocidade de 400 cm/min, como é mostrado na figura 08.

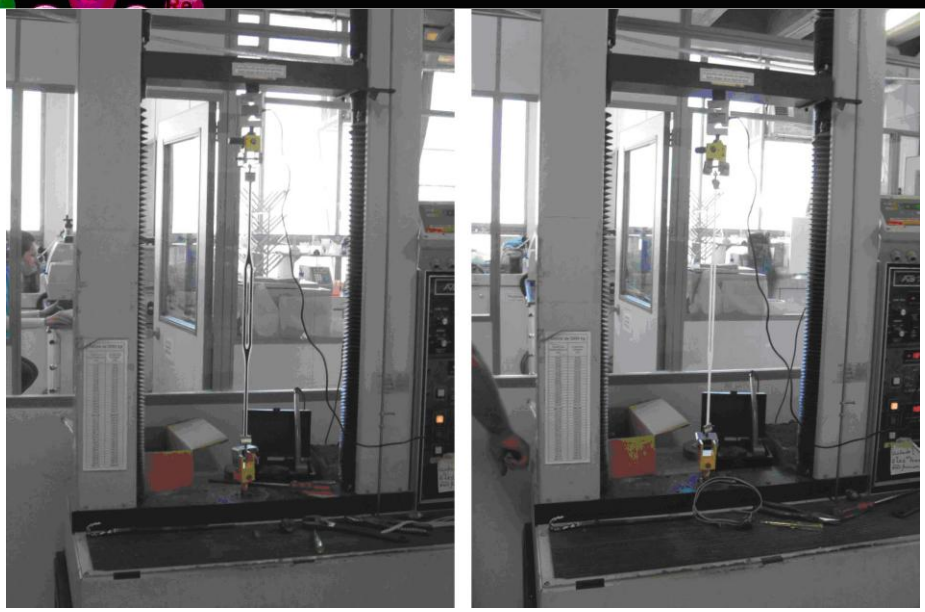


Fig 08: Ensaio de tração. Óculos A (esquerda) e Óculos B (direita)

Para fixar a tira no equipamento foram utilizadas garras de metal e foi feito um suporte em alumínio, como demonstrado na figura 09.

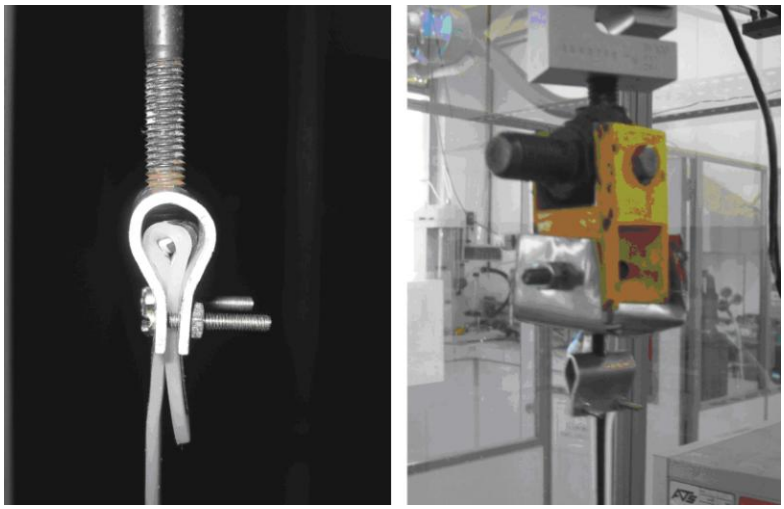


Fig 09: Garra (esquerda) e suporte (direito) utilizados para fixar a tira no equipamento.

Por último, as ventosas de ambos os óculos foram digitalizados tridimensionalmente no scanner Digimil, marca Tecnodrill, a fim de analisar a curvatura de cada uma. Na figura 10, pode-se observar as vistas frontal e lateral do óculos A, e na figura 11, as mesmas vistas do óculos B.

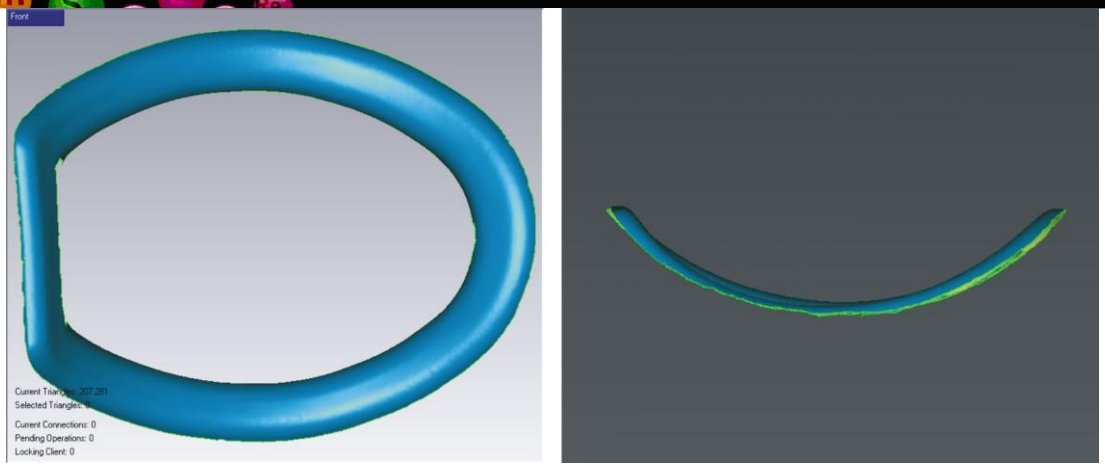


Fig 10: Vista frontal e lateral do óculos A.

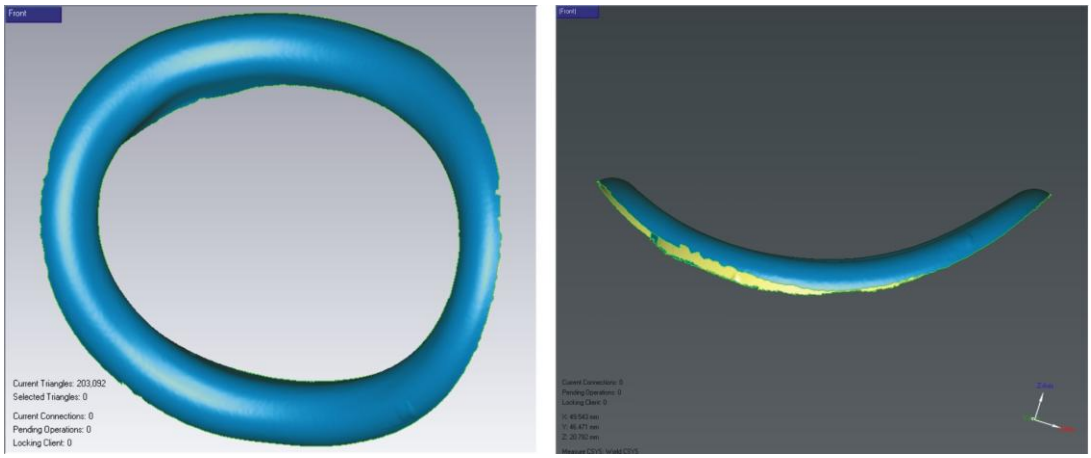


Fig 11: Vista frontal e lateral do óculos B.

Logo após, para poder compará-los, os óculos foram sobre postos (figura 12). Pode-se notar que a ventosa do óculos B é menor que a do óculos A, tendo menor ares de contato com as proeminências ósseas do rosto d usuário. As imagens foram tratadas e montadas no software Geomagic Studio.

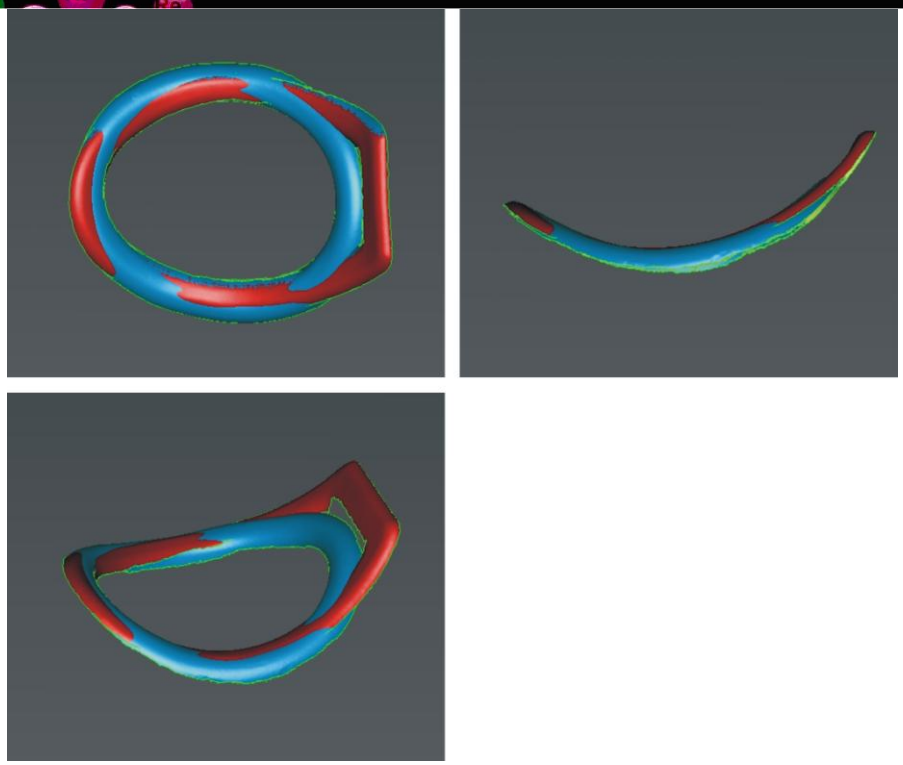


Fig 12: Sobreposição dos óculos (em sentido horário, começando pelo topo esquerdo: vista frontal, vista lateral e perspectiva).

Resultados

Testes de uso

Ambos os óculos apresentaram desconforto (identificado pelo usuário) e problemas quanto ao ajuste ao rosto do usuário. Os óculos A apresentou problema no Nose (Figura 13 esquerda), parte que liga as duas lentes. Esta peça possui reguladores, no entanto, para que fique do tamanho correto, ele teve que ser ajustado apenas de um lado, ocorrendo um desequilíbrio; o que foi refletido ao entrar água dentro da lente durante o treino. Nos óculos B foi identificado problemas na ventosa (Figura 13 direita), que deixou água entrar na parte interna da lente além de causar desconforto às proeminências ósseas dos olhos.

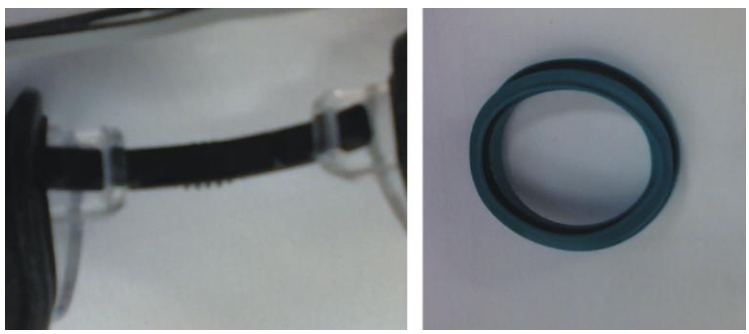
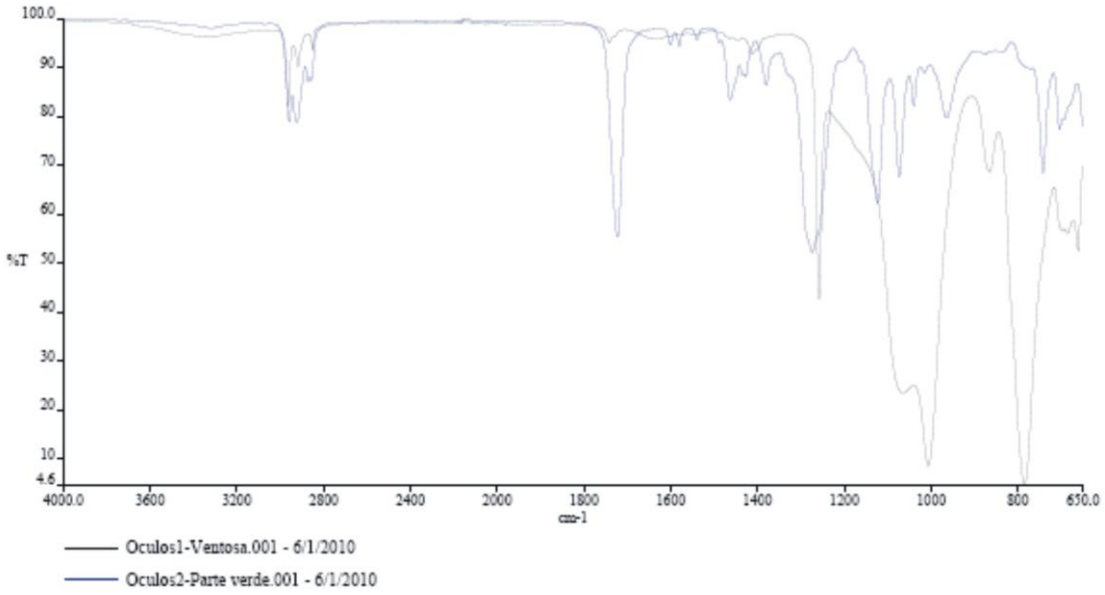


Fig 13: Nose do óculos A (esquerda); ventosa do óculos B (direita)

Análise dos materiais dos componentes por FTIR

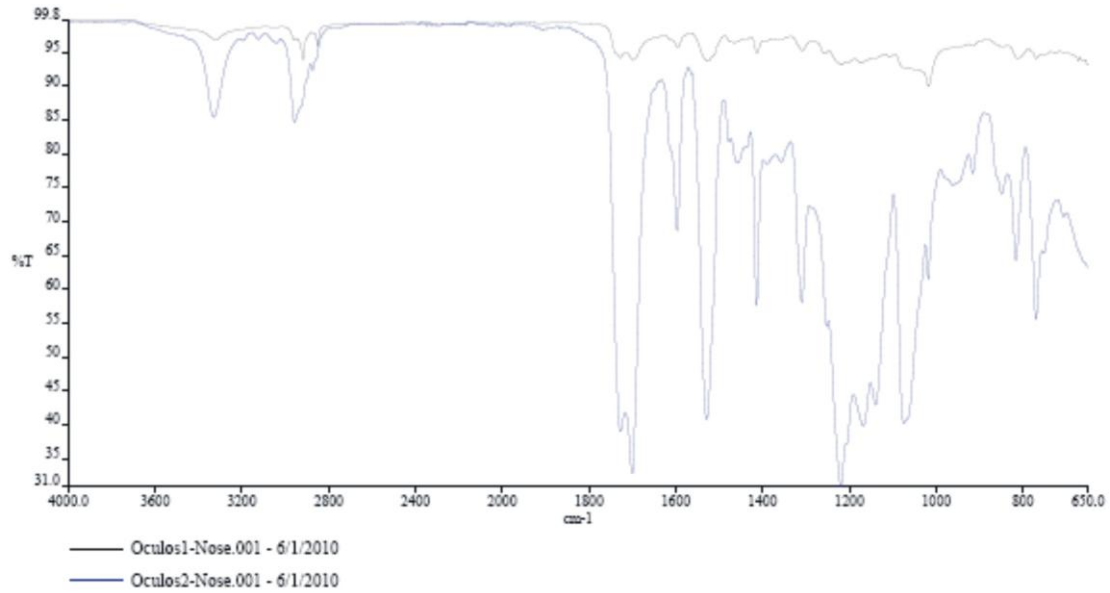
O material da ventosa indicado por ambos os fabricantes foi o silicone. No entanto, ao realizar a análise por FTIR, verificou-se que apenas o óculos A estava de acordo, o óculos B era produzido em Cloreto de Polivinila – PVC, como apresenta o gráfico 01.

Gráfico 01 – Curva do material da ventosa do óculos A (silicone) e do óculos B (PVC)



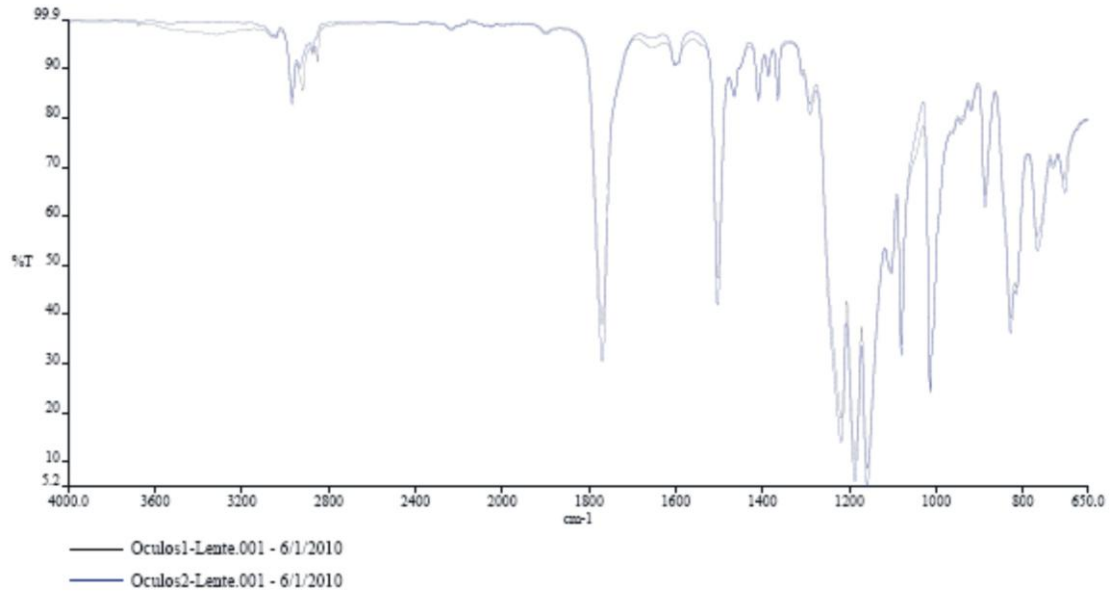
O material do Nose indicado pelo fabricante e confirmado pela análise realizada foi o Poliuretano (PU), como está indicado nas curvas do gráfico 02.

Gráfico 02 - Curva do material do nose do óculos A (PU) e do óculos B (PU).



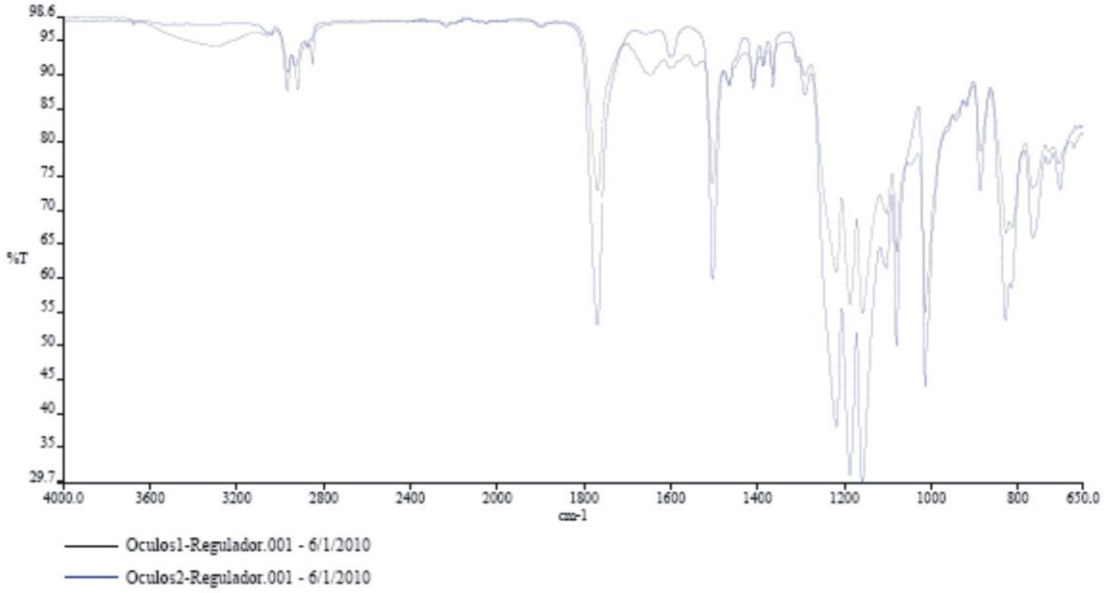
O material da lente indicado pelo fabricante dos óculos A foi o propanato de celulose, indicando que a armação da lente era de policarbonato (PC). No entanto, pela análise realizada, ambas as partes (armação e lente) são de PC. O óculos B indica sua lente como sendo de PC, o que foi confirmado, como indicado no gráfico 03.

Gráfico 03 - Curva do material da lente do óculos A (PC) e do óculos B (PC).



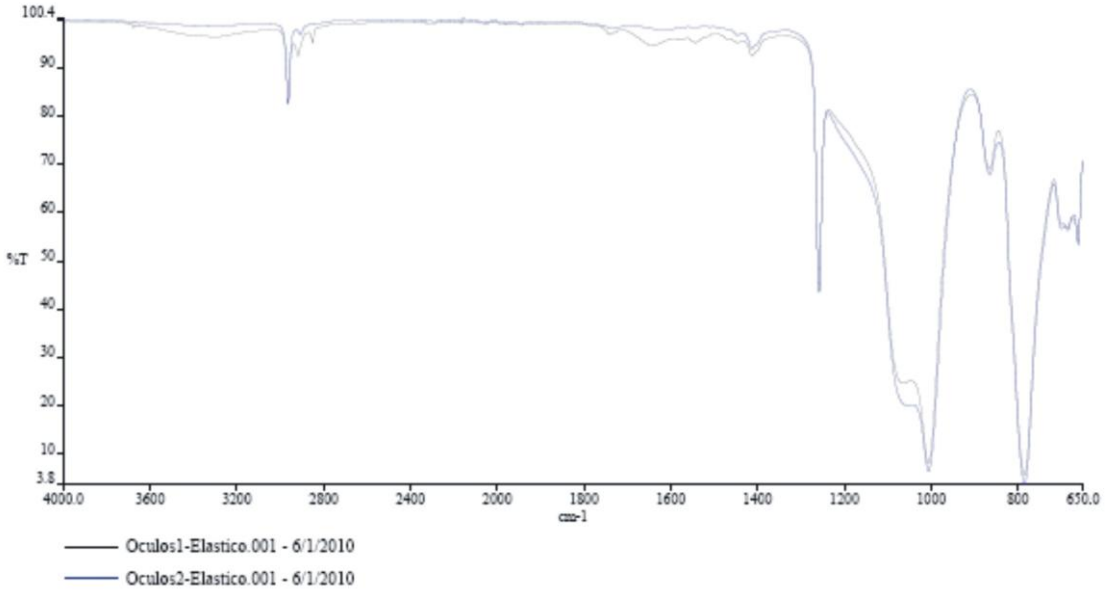
O regulador (o que prende a tira) de ambos os óculos foi indicado como de Policarbonato (PC), como previamente apontado pelo fabricante – curva do gráfico 04.

Gráfico 04 - Curva do material do regulador do óculos A (PC) e do óculos B (PC).



O material da tira indicado por ambos os fabricantes foi o silicone (Silicone Silastic Q7 - 4550 Biomedical Grade ETR Elastomer), e este foi confirmado pela análise do FTIR, como indicado no gráfico 05.

Gráfico 05 - Curva do material da tira do óculos A (silicone) e do óculos B (silicone).



Análise das tiras

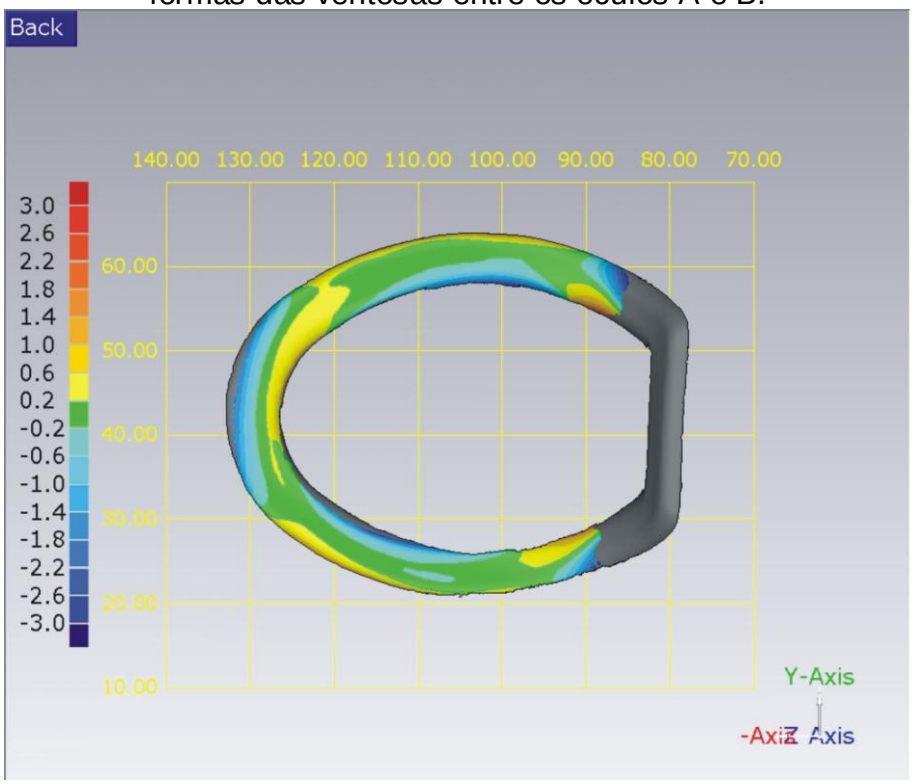
A tira do óculos A apresenta a área estimada de 43,80 cm e massa de 16,02 g. A tira do óculos B, por sua vez, apresenta área estimada de 41,70 e massa de 10,24 g. A ficha do material Silastic Q7 - 4550 Biomedical Grade ETR Elastomer apresenta resistência ao rasgamento de 180 ppi; resistência a tração de 1360 psi; alongamento de 680% e dureza de 48 Shore A.

Ambos os óculos não romperam durante o teste, indo até o máximo do equipamento de tração. No entanto, por apresentar maior área e maior massa, a tira do óculos A necessitou de 3.85 kg para atingir a mesma extensão que a tira do óculos B atingiu com 2,32 kg.

Digitalização

Após a sobreposição dos óculos, como foi mostrado nas figura 10 e 1101, as ventosas digitalizadas foram inseridas no software Geomagic Qualify, onde sua geometria pode ser analisada. Foi gerado o gráfico 06, no qual, as partes em verde representam as áreas congruentes das ventosas, as áreas em amarelo e azul, aquelas que estão com a geometria apresentando distorções das formas, ou seja, eles não possuem exatamente a mesma área de contato com o rosto do usuário. A área em cinza representa a área que apenas o óculos A possui, que seria para melhor proteger a área lateral dos olhos e evitar que entre água pára dentro da lente.

Gráfico 06: Gráfico gerado no software Geomagic Qualify para comparação das formas das ventosas entre os óculos A e B.



Conclusão e Discussão

Esse artigo foi desenvolvido com o objetivo de utilizar a ferramenta de analise de similares em acessórios esportivos – óculos de natação. A análise de similares possibilita conhecer melhor o produto e seus concorrentes e auxiliar o melhor desenvolvimento e produção de um produto. A análise de uso permitiu identificar se os problemas apontados pelo usuário têm relação direta com o material utilizado, sendo assim possível estabelecer pontos para futuras melhorias na produção.

Na comparação das formas das ventosas digitalizadas, pode-se notar que o óculos B possui menos área de contato, o que pode ter causado a pressão nas proeminências ósseas notadas nos testes de uso com o usuário. Embora os dois óculos tenham sido apontados como desconfortáveis pelo usuário, o óculos B apresenta maiores problemas. A ventosa é responsável por entrar água na lente durante a atividade física no óculos B, e mesmo que no óculos A isso também ocorra, no óculos B a situação é pior. O problema apresentado no óculos A é no Nose, em função do desequilíbrio apresentado pela regulagem, a água entra, mas em apenas um lado.

Analisando a forma, o óculos A apresenta a ventosa com forma mais ergonômica por possuir a lateral de proteção, além de o material ter se mostrado mais confortável segundo testes com o usuário. Embora apresentem materiais diferentes na ventosa a forma é determinante no conforto, ajuste ao rosto do usuário e pressão nas proeminências ósseas.

Em nenhum dos dois óculos analisados pelo usuário a lente embaçou, como são feitas do mesmo material (mesmo no óculos com custo mais baixo), pode-se prever que o policarbonato é funcional para esse tipo de uso.

Em relação aos testes feitos com as tiras é notável a maior qualidade na tira do óculos A, pois apresente maior área e massa. Recomenda-se o desenvolvimento de um teste de envelhecimento para que se possa provar a maior durabilidade da tira da tira A. Em função de limitações desse estudo não foi possível o desenvolvimento do teste de envelhecimento.

Dos materiais indicados pelo fabricante na lente do óculos A e na ventosa no óculos B não houve confirmação pelos testes do FTIR. O fabricante indicava dois materiais na lente do óculos A, base de Propanato de Celulose e armação de Policarbonato, tanto a base quanto a armação são feitas do mesmo material, Policarbonato, o que não interferiu no desempenho da lente nos testes com o usuário. No caso do óculos B o fabricante indicava a ventosa como sendo 100% de silicone, o teste com o FTIR provou ser de Cloreto de Polivinila (PVC), tanto o material quanto a forma da ventosa prejudicaram o desempenho do nadador permitindo a entrada de água durante o exercício.

De todos os materiais apresentados, e posteriormente confirmados pelo FTIR, somente a ventosa apresenta material diferente entre as duas marcas analisadas. Como os dois óculos apresentam um custo bastante diferente para o usuário as principais diferenças são encontradas no design do produto. A ventosa é notavelmente superior, tanto no aspecto da forma quanto do material, mas é perceptível que as tiras e regulares do óculos A (o mais caro) são de maior qualidade.

Finalmente, considerando que esse estudo foi desenvolvido com óculos de natação, é importante considerar que o conforto também vai ser determinado pelo formato do rosto e do próprio óculos. Também é fundamental utilizar um material com boa resistência, pois é um produto utilizado o tempo todo na água com exposição ao cloro, sal e outros componentes.

Referências

FERRANTE, M. **Seleção de materiais.** São Carlos: EdUFUSCar, 2002.
KATZ, L. **Inovações na Tecnologia Esportiva: Implicações para o Futuro.** Faculdade de
Cinesiologia, Universidade de Calgary, Canadá.
VIEIRA, S. FREITAS, A. **O que é natação.** Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2006.

workshop DESIGN&MATERIAIS

GRÃOS DE ALGINATO APLICADOS NA MICROENCAPSULAÇÃO

Leciane Cristina Marcuzzo
Tatiana Louise Avila de Campos Rocha
Liane Roldo
Wilson Kindlein Junior

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Resumo

Este estudo busca avaliar e testar a técnica da microencapsulação de uma substância volátil aplicada ao design olfativo. A fragrância volátil de erva doce foi encapsulada, pela técnica de grãos de alginato, com uma película protetora do biopolímero alginato de sódio, protegendo o núcleo volátil para prolongar sua vida útil quando essas microcápsulas são aplicadas em mídia impressa de produtos como cosméticos e perfumes, permitindo a avaliação olfativa do produto e correlação com a imagem do mesmo produto impresso, atuando diretamente sobre as emoções do cliente, o que caracteriza uma importante ferramenta para o varejo.

Palavras-chave: Microcápsulas; Fragrância; Impressos.

Abstract

The purpose of this study is to evaluate and verify a microencapsulation technique for a volatile subtance which aim to be applied to the olfactive design. The essential oil of anise was encapsulated by alginate beads using a thin filme of sodiun alginate biopolymer as wall material, which protects the core and extends its shelf life when the microcapsules are applied in leaflet of cosmetics and perfumes for example, allowing the product olfactive evaluation and establishing a mutual relation with the product press image and acting directly on the client emotions as well of being an important business tool.

Keywords: *Microcapsules; Essential Oil; Leaflet.*

1. Introdução

A tecnologia da microencapsulação tem sido desenvolvida desde meados de 1950, tendo como marco inicial a utilização em escala industrial pela empresa National Cash Register nos EUA em 1954 onde foi aplicada com sucesso em papel para reproduzir vias de boletos bancários e notas fiscais.

No Brasil apesar do conhecimento da tecnologia, o interesse pelo processo de microencapsulação nasceu na da última década, temos como exemplo a empresa Congraf Gráfica de São Paulo, que investiu no desenvolvimento de microcápsulas após receber constante solicitação de grandes empresas interessadas em aplicar microcápsulas na produção de impressos para lançamentos e propaganda de perfumes.

O conceito de microcápsula surgiu da idealização do modelo celular. Neste, a membrana que envolve e protege o citoplasma e os demais componentes exerce ao mesmo tempo outras funções, como controlar a entrada e a saída de material na célula (SUAVE et al., 2006). De modo semelhante a microencapsulação é definida como o recobrimento de pequenas partículas sólidas, gotículas de líquido ou bolhas de material gasoso com um fino filme ou material de parede que controla o comportamento ou liberação do núcleo. O termo microcápsula é usado para descrever partículas com diâmetro entre 1 e 1000µm. Partículas menores de 1µm são chamadas nanopartículas; partículas maiores de 1000µm podem ser chamadas microgrânulos ou macrocápsulas (KIRK OTHMER). Dependendo das propriedades físico-químicas do composto encapsulado, a composição da parede e do método de microencapsulação utilizado diferem e fornecem microcápsulas de diferentes formatos e tamanhos. Basicamente, os diferentes tipos de microcápsulas são representados na Figura 1.

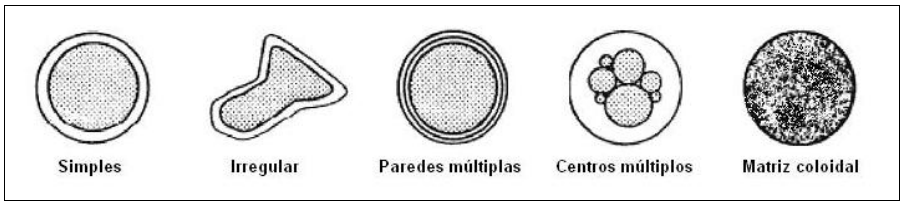


Figura.1. Morfologia dos diferentes tipos de microcápsulas, adaptado de (GHARSALLAOUI et al.).

A consolidação dos métodos e processos de microencapsulação requer vasto conhecimento interdisciplinar e especialidades muito específicas, sendo que a colaboração entre diferentes áreas de informação é essencial para essa obtenção.

Segundo MOLLET (2001), a microencapsulação pode ser desejável por inúmeras razões, que estão inseridas entre uma das cinco categorias citadas abaixo:

1 - Proteger materiais reativos do meio ambiente até o momento de sua utilização;

2 - Permitir manejo seguro e prático de substâncias tóxicas e perecíveis;

3 - Atingir estabilidade e liberação controlada do material;

4 - Permitir que líquidos sejam tratados como sólidos e;

5 - Prevenir mistura de substâncias;

MOLLET (2001) também define que as microcápsulas podem ser esferas contínuas, agregados como um cacho de uvas ou estruturas irregulares apresentando superfícies contínuas, ásperas ou rugosas. O material de parede normalmente se une diretamente com o núcleo, logo sólidos irregulares rendem microcápsulas irregulares.

A maneira pela qual o conteúdo da cápsula é liberado depende do tipo de polímero e da espessura do material de parede. Dependendo da aplicação, o material de parede necessita ter diferentes propriedades para resguardar sua permeabilidade. Seguindo as definições de MOLLET (2001), as mais importantes entre essas propriedades estão citadas a seguir:

I - A parede encapsulante precisa ser impermeável tanto ao conteúdo da cápsula como ao material envolvente externo, onde para a liberação do conteúdo, a cápsula deve ser aberta tanto externamente por ação mecânica de rompimento como internamente pelo aquecimento, dissolução, derretimento ou queima do material de parede.

II - A parede encapsulante precisa ser permeável ao núcleo, onde a liberação do conteúdo é controlada pela espessura da parede e pelo tamanho dos poros. O conteúdo é liberado relativamente devagar dependendo desses obstáculos. Essa propriedade é importante para formulações com liberação lenta.

III - A parede encapsulante precisa ser semi-permeável, por exemplo impermeável ao núcleo mas permeável a líquidos de baixo peso molecular presentes na fase externa, nesse caso se for miscível com o núcleo ela se dispersa dentro da cápsula, a pressão osmótica do interior aumenta e pode romper a cápsula se esta não for capaz de resistir a pressão, o que libera o conteúdo.

IV - A permeabilidade da cápsula pode também ser dependente do seu entorno, assim em uma microcápsula impermeável envolta por um líquido no qual o material de parede incha, a rede polimérica expande e a cápsula pode tornar-se permeável ao núcleo. Esse é o método utilizado para encapsular fármacos e agroquímicos, por exemplo, que são dissolvidos fora de suas cápsulas. Também pertencem a essa classe os materiais sensíveis a mudança de pH.

O controle de liberação de odor provindo de substância volátil, ou seja, substância que possui facilidade de passar do estado líquido ao estado de vapor ou gasoso é uma aplicação das microcápsulas que apresenta enorme respaldo na indústria cosmética atualmente. Uma das utilizações relevantes dá-se em mídias impressas, ou seja, impressão de peça publicitária, como uma página de revista, para divulgação de perfumes ou mesmo cosméticos perfumados, onde o material publicitário impresso recebe uma camada de verniz incolor contendo microcápsulas com a fragrância do perfume e invisíveis a olho nu. A simples fricção dos dedos no papel provoca o rompimento das microcápsulas com a liberação da fragrância, perfumando o papel e a pele nele tocada, com pretensão de atuar diretamente sobre as emoções do cliente. O tamanho das partículas é importante para esse tipo de aplicação. Existem

impressos nos quais as cápsulas são dispersas em um adesivo unindo duas partes do papel, ao descolá-las ocorre o rompimento das partículas com liberação do odor.

É ampla a quantidade de gases, líquidos e sólidos que podem ser microencapsulados. O material que compõe a casca, normalmente um polímero natural ou sintético, é selecionado em função das propriedades físicas e químicas do núcleo e da aplicação pretendida. A efetividade do funcionamento da microcápsula depende das propriedades do material de parede, que deve permitir o controle na liberação do conteúdo. As técnicas e processos de microencapsulação abrangem várias áreas científicas distintas, incluindo química dos colóides, físico-química, química dos polímeros e materiais, e ainda tecnologias de suspensão e secagem.

2. Biomateriais

A utilização de compostos naturais nos processos de transformação física e química dos materiais tem recebido especial atenção em pesquisas no mundo todo. A conscientização da população e dos órgãos governamentais quanto a sustentabilidade e preservação do meio ambiente tem influenciado diretamente as tecnologias desenvolvidas atualmente.

O uso de polímeros naturais para aplicações diversificadas têm sido de vital importância para os avanços das ciências e apresentam várias vantagens como ser de fácil obtenção, ser biocompatível e biodegradável, ou seja, materiais que se reintegram à natureza após sua decomposição. Os polissacarídeos, como uma classe de macromoléculas naturais, têm sua propensão extremamente bioativa, e são geralmente derivados de produtos agrícolas ou de crustáceos (AZEVEDO et al., 2007).

Biopolímeros do tipo polissacarídeo como o alginato e a quitosana tem sido o foco de um vasto número de pesquisas (LAWRIE et al., 2007). A quitosana é um polímero não tóxico, biodegradável, biocompatível e produzido por fontes naturais renováveis o que a caracteriza como sendo um produto natural de grande importância econômica. Possui uma estrutura molecular quimicamente similar à fibra vegetal chamada celulose, diferenciando-se somente nos grupos funcionais. É solúvel em meio ácido diluído, formando um polímero catiônico, com a adição de prótons, também chamada protonação, do grupo amino, que confere propriedades especiais diferenciadas em relação às fibras vegetais.

A quitosana, que ocorre naturalmente em alguns fungos, é geralmente obtida pela desacetilação da quitina, polissacarídeo encontrado abundantemente na natureza e que constitui os exoesqueletos de insetos e crustáceos (AZEVEDO et al., 2007). A aplicação da quitosana é variada, incluindo aplicações na área alimentícia, biotecnologia, ciência dos materiais, drogas e produtos farmacêuticos, agricultura e proteção ambiental, e também na terapia genética.

O alginato é um biopolímero aniônico composto de cadeias lineares de ácido α-L-gulurônico e β-D-manurônico, as quais em presença de íons tais como Ca^{++} formam hidrogéis, filmes, esferas, micro- e nanopartículas, com capacidade para encapsulamento de uma série de substâncias (DE PAULA et al., 2010). As algas pardas constituem a principal matéria prima para a

produção do alginato, que é um componente da parede celular destes seres aquáticos (BRESSEL, 2007).

As configurações espaciais que os blocos monoméricos adotam formam diferentes ligações glicosídicas nesse polissacarídeo linear, o que juntamente com a proporção, distribuição e comprimento desses blocos de monômeros, definem as propriedades físicas e químicas das moléculas de alginato. Para a formação de um gel, o alginato deve conter um número suficiente de monômeros gulurônicos para poder reagir com um cátion, normalmente Ca^{++}.

Biopolíneros como alginato e quitosana são factíveis de aplicação como material de parede na microencapsulação, no caso desse estudo, para encapsular óleo essencial de erva doce, que consiste em um material também biodegradável. Os biopolímeros citados possuem características de biodegrabilidade, não toxicidades e baixo custo, e a utilização de tais materiais pode agregar valor ao produto final por remeter a sustentabilidade, largamente pregada pelas mídias, pela sociedade e conseqüentemente pelo setor industrial, que precisa otimizar os recursos e minimizar os desperdícios sem perder a efetividade.

3. Métodos de Microencapsulação

Existem variados métodos de microencapsulação atualmente utilizados para produzir partículas com estruturas e tamanhos definidos. Geralmente, a classificação desses métodos é definida entre métodos químicos, métodos físico-químicos e métodos mecânicos ou mesmo a mistura entre eles. Qualquer que seja a classificação adotada, o processo de encapsulação é definido pelas diferentes etapas básicas no momento da formação da partícula, os mecanismos envolvidos em cada etapa, e os equipamentos utilizados. Os métodos mais significantes são listados a seguir.

3.1. Coacervação

O termo coacervação é utilizado para definir a visível separação de fases numa solução de polímeros. Sob a influência de fatores como o pH, temperatura, ou adição de outra substância, pode-se verificar que uma solução homogênea de polímeros, também chamada de associação coloidal, pode ser dividida em duas ou mais fases (BENITA, 2006). Uma dessas fases é rica em colóides e é descrita como o coacervado, e a outra(s) possui(em) baixo teor de colóides, chamada(s) então de meio líquido de equilíbrio. O resultado desse estado termodinâmico de equilíbrio consiste em pequenas partículas do coacervado envoltas pelo meio líquido de equilíbrio. A coacervação é uma agregação macromolecular conseguida através da dessolvatação parcial, ou seja, da dissociação do solvente de moléculas de uma espécie em solução, ou através da solvatação total, que é um processo de atração e associação de moléculas de um solvente ou íons de um soluto. Existe diferenciação entre a coacervação simples e a coacervação complexa, que reside no fato de que na primeira situação a separação de fases é induzida pela adição de álcool ou de um sal, mudança de temperatura ou de pH, enquanto que na segunda situação um polímero de carga oposta é adicionado, o que direciona a formação do coacervado através de interações iônicas.

3.2. Spray drying

Os princípios do processo definem a transformação do fluido alimentador (solução, dispersão ou pasta) em um particulado sólido através de um pulverizador por onde é forçada a passagem sob pressão de uma emulsão ou de uma dispersão em uma corrente de gás quente. As partículas do material a ser encapsulado são emulsificadas em excesso na solução formadora do filme polimérico. Essa solução é então pulverizada e resulta em microcápsulas de tamanho e forma controladas após a evaporação do solvente. O procedimento pode ser repetido para recobrir as cápsulas com múltiplas camadas e diferentes materiais de parede. A técnica é tradicionalmente utilizada nas indústrias química, farmacêutica, bioquímica e alimentícia, para a secagem das substâncias (BENITA, 2006). Existem variados equipamentos atomizadores, os quais podem ser classificados de acordo com o design do pulverizador, este pode ser de atomização rotatória, atomização sob pressão e atomização de multi-fluidos.

3.3. Polimerização Interfacial

Muitos tipos de reações de polimerização são suscetíveis de ocorrer nas interfaces de substâncias poliméricas. Basicamente a técnica envolve duas etapas, na primeira etapa uma solução contendo a substância a ser encapsulada e um monômero, que caracterizam a fase orgânica, sofre agitação juntamente com uma solução aquosa contendo emulsificantes e estabilizantes. Na segunda etapa, a polimerização interfacial se completa na interface da gotícula formada através da adição de um segundo monômero a fase contínua aquosa. O ingrediente ativo a ser encapsulado é completamente envolvido pelo polímero e, normalmente, a liberação ocorre via difusão (BENITA, 2006).

3.4. Grãos de Alginato (Alginate Beads)

A tecnologia para obtenção de grãos de alginato tem sido utilizada largamente em microencapsulação devido a sua facilidade de preparo em escala laboratorial, o calmo processamento, poder ser conduzido em ambiente estéril e teoricamente qualquer ingrediente poder ser encapsulado, seja hidrofóbico ou hidrofílico, sensível a mudanças de temperatura, um líquido ou óleo viscoso, etc. (GOUIN, 2004).

O método baseia-se na gelificação ionotrópica do alginato e consiste em incorporar o material a encapsular numa solução de alginato de sódio, para depois a mistura sofrer extrusão gota a gota, através de uma pipeta de calibre reduzido ou de uma seringa, para uma solução de cloreto de cálcio (ELYA et al., 2009; DE PAULA et al., 2010; PRÜSSE et al., 2008). O alginato gelifica após ligação dos íons bivalentes de cálcio aos blocos de ácido gulurônico das cadeias de alginato constituindo o modelo da “egg box” (BRESSEL, 2007). As gotas de gel podem ser reticuladas pela adição de quitosana para diminuir a

erosão da matriz de alginato e retardar a liberação do composto encapsulado (MURATA et al., 1993).

4. Experimental

A técnica de microencapsulação eleita para esse estudo foi a dos grãos de alginato e os materiais utilizados foram o alginato de sódio de alta viscosidade, quitosana, cloreto de cálcio, Tween 80 como surfactante e óleo essencial de erva-doce como material a ser encapsulado. Também foi utilizado o ácido acético para correção de pH, este em nível PA.

Primeiramente foi preparada uma solução de alginato de sódio 1,5% m/v em água a qual necessitou agitação por 1 hora para diluição. Separadamente foi preparada uma solução contendo quitosana 0,1% m/v em ácido clorídrico 1%, a qual foi adicionada a solução de alginato após agitação para diluição da quitosana. A quantidade de 5ml de óleo essencial de erva-doce foi diluída em 50ml de água e misturada a solução de alginato e quitosana, sob agitação calma. Em seguida preparou-se a solução de cloreto de cálcio 10% m/v em água, a qual foi adicionado 1ml de Tween 80, e agitou-se até completa dissolução dos reagentes na água, esta utilizada como solvente. Com as soluções prontas, procedeu-se com o gotejamento da solução de alginato e quitosana contendo o material de núcleo na solução de cloreto de cálcio, em banho de gelo. A solução final repousou por 24 horas para que ocorresse a reticulação, após esse período procedeu-se com a lavagem com água, e por fim a filtragem das microcápsulas, as quais foram ainda levadas ao dessecador para retirada de água residual. O processo desenvolvido no laboratório está representado na Figura 2.

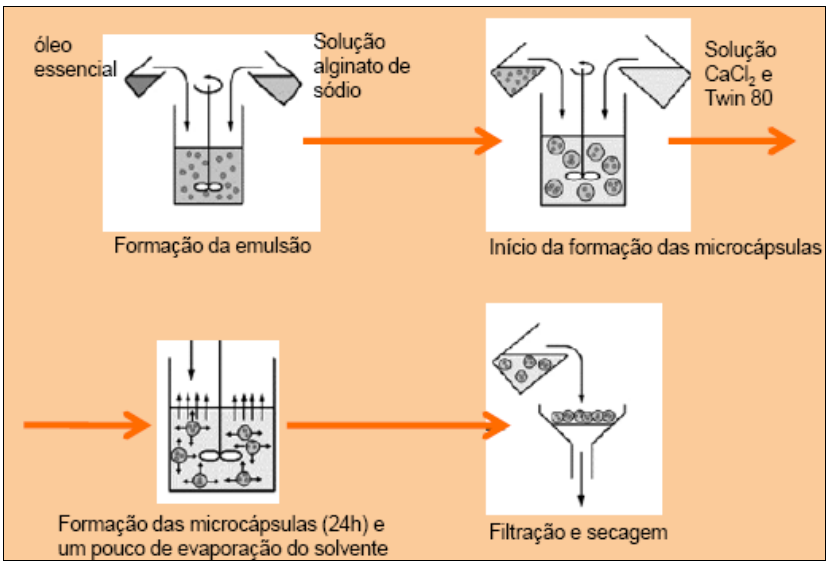

óleo essencial
Solução alginato de sódio
Formação da emulsão
Solução $CaCl_2$ e Twin 80
Início da formação das microcápsulas
Formação das microcápsulas (24h) e um pouco de evaporação do solvente
Filtração e secagem

Figura 2: Representação das etapas pertencentes ao processo para obtenção das microcápsulas de alginato.

5. Resultados e Discussões

A técnica de microencapsulação de óleo essencial de erva doce utilizando grãos de alginato mostrou-se efetiva. Os custos para a síntese das microcápsulas foram consideravelmente baixos, e o processo de obtenção é simples.

As velocidades de agitação e mistura das soluções devem ser controladas para manter a forma esférica das microcápsulas.

O banho de gelo utilizado durante o gotejamento mostrou-se eficiente para ajudar na reticulação nas partículas, bem como aumentar o rendimento da microencapsulação.

A quitosana foi utilizada como componente do material de parede para evitar a erosão do mesmo e para diminuir a porosidade característica do alginato, o que liberaria o material de núcleo volátil com uma rapidez indesejada. As características visuais do material de parede podem ser verificadas na Figura 3a e na Figura 3b, obtidas por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), disponibilizado pelo CME – Centro de Microscopia Eletrônica da UFRGS, com magnitude de 4.300X e 10.000X, respectivamente.

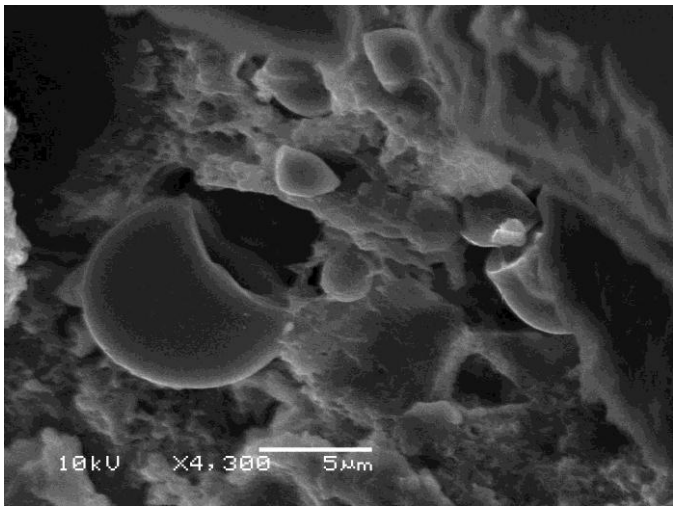


Figura 3a: Imagem de microscopia eletrônica (MEV) das microcápsulas com magnitude de 4.300X.

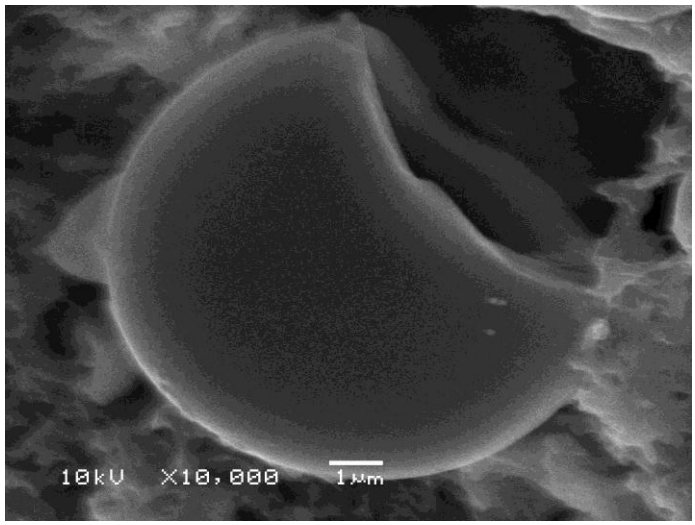


Figura 3b: Imagem de microscopia eletrônica (MEV) das microcápsulas com magnitude de 10.000X.

Pode-se observar pelas Figuras 3a e 3b que as microcápsulas obtidas possuem o tamanho aproximado de 8µm e apresentam superfície externa homogênea, sem grandes poros ou rachaduras aparentes.

A liberação do composto volátil foi verificada em ambiente fechado, através do sentido olfativo, após a fricção manual do material encapsulado, o que comprova qualitativamente a quebra das micropartículas por ruptura mecânica.

6. Conclusões

É expressivo o número de diferentes métodos para a obtenção de microcápsulas com aplicação nas mais variadas áreas. O uso das técnicas de microencapsulação exige a participação de diferentes profissionais e especialidades, tornando-se necessária a convergência de distintas áreas do saber. Nesse estudo, a microencapsulação de óleo essencial de erva doce, extensamente utilizado como fragrância, foi realizada por meio da técnica que utiliza grãos de alginato com reforço de quitosana, visando aplicação em impressos de propagandas de produtos cosméticos e perfumes, relacionando a fragrância do produto com a imagem do produto impressa. Os materiais encapsulantes foram avaliados e testados para esse método de microencapsulação com o intuito de agregar características sustentáveis ao produto final, no caso as microcápsulas, devido à existência das características biodegradáveis e não tóxicas dos biopolímeros alginato e quitosana.

A técnica mostrou-se promissora e eficiente quando aplicada para microencapsular solução volátil com o intuito de liberação lenta e controlada do núcleo. A quebra do material de parede ocorre de forma mecânica, com a fricção de uma superfície externa em contato com as microcápsulas, liberando o material encapsulado. As microcápsulas possuem parede homogênea, com ausência de rachaduras e inexistência de grande porosidade. O rendimento do processo mostrou-se baixo, o que foi amenizado com o banho de gelo durante o gotejamento, o que demonstra que essa etapa do processo exige maiores cuidados e estudos futuros.

Em ampla escala, as tecnologias para microencapsulação tem sido transferidas com sucesso para a escala industrial, o que resulta na ampliação dos estudos aplicando tais técnicas e progressos são esperados como resultados das pesquisas futuras. O que mostra o potencial desses sistemas em uma sociedade que precisa otimizar os recursos e minimizar os desperdícios sem perder a efetividade.

Como complemento às conclusões pode-se sugerir a utilização das microcápsulas obtidas nesse estudo em embalagens e em produtos têxteis. Em embalagens as microcápsulas podem ser aplicadas quando adicionadas ao verniz ou a tinta externa do invólucro. A proposta dessa aplicação pode influenciar na decisão de compra por tornar o produto mais atrativo, intenso e real, o tornando mais competitivo. O uso de microcápsulas no design de embalagens representa também uma intensificação da relação do consumidor

com o produto que se encontra no interior da embalagem, pela possibilidade da simulação de variados odores, de acordo com o que se pretende explorar. Em superfícies têxteis as sugestões de aplicação envolvem a utilização de materiais ativos aromatizantes e luminescentes em peças de vestuário para agregar valor ao produto. Quando o material ativo for uma fragrância, é possível impregnar as microcápsulas em toda a peça ou em áreas específicas como estampas, por exemplo, com intuito de aromatizar ou mesmo para eliminar odores. No caso das microcápsulas luminescentes, a aplicação pode ser em estampas que só sejam visualizadas em ambientes de casas noturnas via luz ultravioleta (luz negra) que é largamente utilizada nesses estabelecimentos, o mesmo princípio pode ser utilizado na aplicação no forro de bolsas de festa.

Com a globalização, produtos e serviços necessitam buscar um diferencial para se consolidar no mercado, uma das várias opções para essa diferenciação é atuar com a emoção e ainda agregar características sustentáveis ao produto final, com a utilização de biomateriais.

7. Agradecimentos

Sinceros agradecimentos ao LdSM - Laboratório de Design e Seleção de Materiais da UFRGS, por ceder espaço, equipamentos e apoio técnico para a síntese das microcápsulas, ao CNPq por ter possibilitado e financiado essa pesquisa e ao CME – Centro de Microscopia Eletrônica da UFRGS pela disponibilidade do equipamento para caracterização das microcápsulas.

8. Referências

AZEVEDO V.V.C.; CHAVES S.A.; BEZERRA D.C.; LIA FOOK M.V.; COSTA A.C.F.M. Quitina e Quitosana: aplicações como biomateriais. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v.2.3 (2007) 27-34.

BENITA, Simon. Microencapsulation: Methods and Industrial Applications. 2ª Edição. Hebrew University of Jerusalém, Israel. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2006

BRESSEL TATIANA AZEVEDO BASTIAN. Sistema gerador de microcápsulas de alginato. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2007).

DE PAULA Haroldo C.B.; DE OLIVEIRA Erick F.; ABREU Flavia O.M.S.; DE PAULA Regina C.M.; DE MORAIS Selene M.; FORTE Maria M.C. Esferas (beads) de alginato como agente encapsulante de óleo de croton zehntneri Pax et Hoffm. Polímeros: Ciência e Tecnologia, ahead of print, pp. 00-00. Epub May 14, (2010)

ELY Abdellahi, BAUDU Michel, BASLY Jean-Philippe, KANKOU Mohamed Ould Sid'Ahmed Ould. Copper and nitrophenol pollutants removal by Na-montmorillonite/alginate

Microcapsules. Journal of Hazardous Materials 171 (2009) 405–409

ELYA A.; BAUDUA M.; BASLYA J.P.; KANKOUB M.O.S.O. Copper and nitrophenol pollutants removal by Na-montmorillonite/alginate microcapsules. Journal of Hazardous Materials 171 (2009) 405-409.

GHARSALLAOUI, A., ROUDAUT, G., CHAMBIN, O., VOILLEY A. & SAUREL R. Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview. Food Research International, 2007, v.40, p.1107-1121

GOUIN Sébastien; Micro-encapsulation: industrial appraisal of existing technologies and trends. Trends in Food Science & Technology 15 (2004) 330-347.

HORST B.L.; PARIZE A.L.; BRIGHENTE I.M.C.; SOUZA T.C.R. Estudos de adsorção do corante natural antocianina em matriz polimérica de quitosana/alginato. Universidade Federal de Santa Catarina; CCFM; Laboratório QUITECH; Florianópolis-SC-Brasil.

IBANEZ J.P.; UMETZU Y. Potencial of protonated alginate beads for heavy metals uptake. Hydrometallurgy 64 (2002) 89-99.

KIRK-OTHMER. Encyclopedia of Chemical Technology (4th Edition); Microencapsulation. Vol.16, 317-327.

LAWRIE Gwen; KEEN Imelda; DREW Barry; CHANDLER-TEMPLE Adrienne; RINTOUL Llewellyn; FREDERICKS Peter; GRØNDAHL Lisbeth. Interactions between Alginate and Chitosan Biopolymers Characterized Using FTIR and XPS. Biomacromolecules, (2007) 8, 2533-2541.

MOLLET H.; GRUBENRNANN A. Formulation Technology - Emulsions, Suspensions, Solid Forms. WILEY-VCH Verlag GmbH. D-69469 Weinheim (Federal Republic of Germany), (2001), 234-246.

MURATA Y.; MAEDA T.; MIYAMOTO E.; KAWASHIMA S.; Preparation of chitosan-reinforced alginate gel beads - efects of chitosan on gel matrix erosion. *Int. J. Pharm.*, Amsterdam, v. 96, (1993) 139-145.

PRÜSSE Ulf, BILANCETTI Luca, BUČKO Marek, BUGARSKI Branko, BUKOWSKI Jozef, GEMEINER Peter, LEWIŃSKA Dorota, MANOJLOVIC Verica, MASSART Benjamin, NASTRUZZI Claudio, NEDOVIC Viktor, PONCELET Denis, SIEBENHAAR Swen, TOBLER Lucien, TOSI Azzurra, VIKARTOVSKÁ Alica, VORLOP Klaus-Dieter. Comparison of different technologies for alginate beads production. Chemical Papers 62 (4) (2008) 364–374

REN Ping-Wei, JU Xiao-Jie, XIE Rui, CHU Liang-Yin. Monodisperse alginate microcapsules with oil core generated from a microfluidic device. Journal of Colloid and Interface Science 343 (2010) 392–395

RODRIGUES S.N.; MARTINS I.M.; FERNANDES I.P.; GOMES P.B.; MATA V.G.; BARREIRO M.F.; RODRIGUES A.E. Scentfashion®: Microencapsulated perfumes for textile application. Chemical Engineering Journal 149 (2009) 463-472.

SIEPMANN J., SIEPMANN F. Microparticles Used as Drug Delivery Systems. Progress in Colloid and Polymer Science (2006) 133: 15-21.

SILVA, Catarina M., RIBEIRO António J., FIGUEIREDO Margarida, FERREIRA Domingos, VEIGA Francisco; Microencapsulation of Hemoglobin in Chitosan-coated Alginate Microspheres Prepared by Emulsification/Internal Gelation. The AAPS Journal 2006; 7 (4) Article 88.

SUAVE, J.; DALL'AGNOL, E. C.; PEZZIN, A. P. T.; SILVA, D. A. K.; MEIER, M. M.; SOLDI, V. Microencapsulação: Inovação em diferentes áreas. Revista Saúde e Ambiente / Health and Environment Journal, v. 7, n. 2, dez. 06

DESENVOLVIMENTO DE GEOMETRIAS PARA O NÚCLEO DE PAINÉIS TIPO SANDUÍCHE ATRAVÉS DA DIGITALIZAÇÃO TRIDIMENSIONAL DE CONCHAS DE FÓSSEIS DE MOLUSCOS CEFALÓPODES

Lucas Generali Cargnin
Maurício Rockenbach
Fábio Pinto da Silva
Roberto Iannuzzi
Wilson Kindlein Junior

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Resumo:

Baseado na metodologia da biônica, o presente trabalho propõe uma análise comparativa da resistência à compressão em painéis com núcleos de diferentes geometrias, inspiradas na evolução das linhas de sutura encontradas em cascas de fósseis de moluscos cefalópodes. Foi utilizada digitalização tridimensional no processo de parametrização das superfícies das conchas e corte a laser na fabricação de corpos de prova. Os resultados foram confrontados com a geometria conhecida como *honeycomb*, já aplicada a produtos fabricados industrialmente. É apontada a viabilidade do desenvolvimento de padrões de suturas como elementos de reforço estrutural, constituindo-os como fatores de diferenciação para produtos de design.

Palavras chave: suturas cefalópodes, painéis tipo sanduíche, resistência à compressão.

Abstract

Based in the methodology of bionics, this article proposes a comparative analysis of compressive strength in panels with different geometry cores, inspired in the evolution of the suture lines found in fossil shells of cephalopod mollusks. Three-dimensional scanning was used in the parameterization process of the shell surfaces and laser cutting was used in the manufacturing of test specimens. Results were compared with the geometry known as "honeycomb", already applied to industrially manufactured products. It indicates the feasibility of developing suture standards as elements of structural strength, constituting them as differentiation factors for product design.

Keywords: Cephalopod sutures, sandwich panels, compression resistance.

1. Introdução

A Biônica procura estudar mecanismos e propriedades existentes na natureza visando sua aplicação como fator de diferenciação e inovação em

produtos. Essa atividade, com vocação interdisciplinar, permite a conexão entre o Design e a Paleontologia, utilizando artefatos e fósseis como inspiração para o projeto. Segundo Kindlein *et al* (2002) este método parte do princípio que o processo de evolução ocorrido durante milhões de anos na natureza, resultou na seleção natural da mesma, onde sobreviveram somente espécies satisfatoriamente adaptadas as suas funções intrínsecas e ao meio-ambiente.

Nos moluscos cefalópodes, a geometria das paredes internas das conchas difere em complexidade de acordo com a escala evolutiva. Essa geometria é o objeto do presente estudo, que discute a sua aplicabilidade em produtos através do teste de resistência à compressão e comparando com a geometria do favo-de-mel. Neste sentido, o presente trabalho focou-se na relação entre moluscos cefalópodes e estruturas fabricadas industrialmente para utilização como núcleos de revestimentos, conhecidos como *core materials*, amplamente aplicados em diversas áreas como aviação, arquitetura e naval. Esse tipo de estrutura permite a fabricação de painéis com maior resistência sem acrescentar uma quantidade considerável de peso, motivo pelo qual vem ganhando destaque no projeto de máquinas e estruturas de alto desempenho. Dentre os núcleos mais utilizados destaca-se o *honeycomb*, geometria hexagonal baseada no favo-de-mel da abelha, possuindo uma alta resistência mecânica.

Embora seu campo de aplicação seja amplo e muito conhecimento já tenha sido gerado sobre estes núcleos de revestimentos, poucas alternativas foram exploradas no que tange a sua geometria. A disponibilidade de uma maior variedade de geometrias de núcleos é interessante devido ao aumento da utilização de painéis tipo sanduíche, atingindo novas áreas com aplicações menos convencionais como painéis translúcidos. Existem também áreas onde a geometria do *honeycomb* é explorada para outros fins como, por exemplo, os setores joalheiro, têxtil e calçadista.

No que tange ao projeto de produtos, o estudo proposto por Kindlein *et al* (2002) envolvendo a metodologia da Biônica orienta e capacita o designer durante o processo de pesquisa, permitindo o foco nas diferentes fases do projeto de maneira a otimizar a pesquisa e facilitar a compreensão dos resultados obtidos. Esse método é divido nas seguintes etapas:

1. Seleção das amostras;
2. Coleta das amostras;
3. Observação das amostras;
4. Preparação das amostras;
5. Análise das amostras;
6. Parametrização das amostras;
7. Analogia do sistema natural com o produto;
8. Aplicação projetual.

Através desta metodologia pretende-se verificar a variação da resistência da concha dos moluscos cefalópodes em sua linha evolutiva e a viabilidade da aplicação das geometrias em painéis tipo sanduíche, auxiliando o desenvolvimento de produtos que atendam as necessidades dos usuários e possuam um maior valor agregado.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Conchas dos Moluscos Cefalópodes

Dentre os diversos espécimes de moluscos pertencentes a classe *Cephalopoda* (cefalópodes), duas subclasses são de relevante importância por apresentar concha externa: a subclasse *Nautiloidea* (nautilóides) e a subclasse *Ammonoidea* (amonóides). Possuindo uma rápida diferenciação ao longo de sua linha evolutiva, estes tornam-se úteis em estudos bioestratigráficos. Os primeiros nautilóides datam do Cambriano Superior (aproximadamente 545 milhões de anos atrás), sendo o gênero *Nautilus* (náutilo) o único representante vivo desta subclasse. Os amonóides, por sua vez, surgiram no Devoniano Inferior (aproximadamente 400 milhões de anos atrás) e foram extintos no Cretáceo Superior, há cerca de 65 milhões de anos. Uma das explicações para o declínio dessas duas subclasses está na tendência que a classe dos cefalópodes apresenta de interiorizar, reduzir ou perder a concha. Desta forma reduz-se peso e melhora-se a hidrodinâmica, possibilitando uma maior velocidade de nado e melhor adaptação dos integrantes da classe a hábitos mais ativos, como no caso do polvo e da lula, representantes da subclasse *Coleoidea* (coleóides). (CARVALHO, 2004)

A morfologia da concha destes seres (Figura 1) apresenta algumas características marcantes, sendo dividida em diversas câmaras separadas entre si por paredes denominadas septos, secretados a medida que o animal cresce. Este ocupa somente a última câmara da concha, denominada de câmara de habitação, enquanto as demais possuem a função de dar flutuabilidade ao animal. (CARVALHO, 2004)

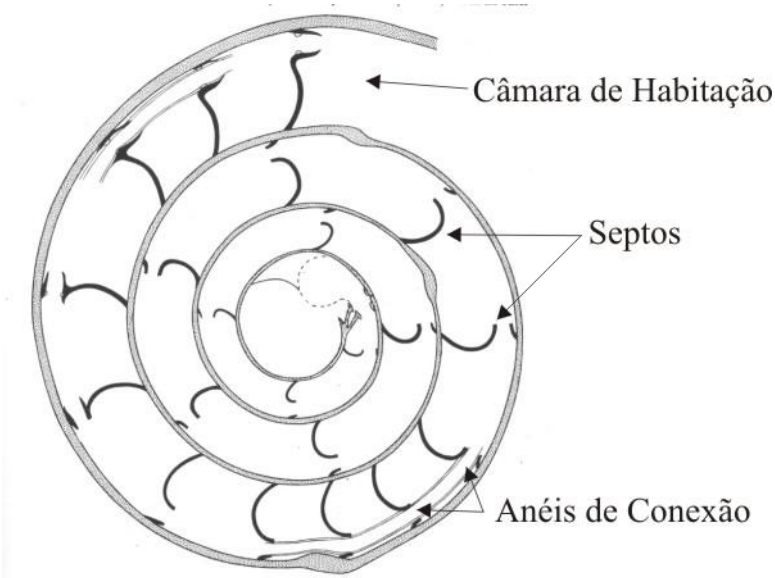


Figura 1. Estrutura interna de um cefalópode. (Adaptado de MOORE, 1957)

Estruturas denominadas suturas são formadas na junção entre o septo e a parede da concha possuindo, de acordo com Moore (1957), alto valor taxonômico. As geometrias dessas suturas são bastante variadas, constituídas de inflexões na direção da abertura da concha (selas) e na direção inversa (lobos). As suturas podem ser classificadas em cinco tipos (Figura 2):

a) Ortoceratítica: caracterizada por ser retilínea.
b) Agoniatítica: com poucos lobos e selas indivisas.
c) Goniatítica: com lobos e sela formando uma linha em zig-zag, com ângulos bem marcados.
d) Ceratítica: apresenta lobos serrilhados, mas as selas lisas.
e) Amonítica: com lobos e selas extremamente elaborados.

Figura 2. Classificação das suturas segundo Carvalho (2004).

As suturas também ajudam na classificação dos espécimes, sendo os dois primeiros tipos pertencentes aos nautilóides e os outros três referentes aos amonóides (Figura 3). Muitos autores (BUCKLAND, 1836; PFAFF, 1911; WESTERMANN, 1971; HEWITT e WESTERMANN, 1986, 1987a, b *apud* DANIEL *et al*, 1997) acreditam que o formato das suturas tem o propósito de tornar a concha mais resistente à pressão hidrostática, poupando peso. Daniel *et al.* (1997) porém, defende que a complexidade geométrica das suturas tem outro propósito, como melhorar a flutuabilidade ou aumentar a resistência da concha a ataques de predadores.

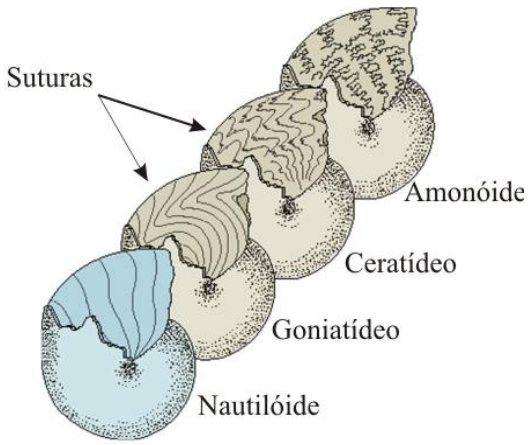


Figura 3. Localização das suturas nos espécimes. (Adaptado de LEVIN, 2006)

2.2 Painéis Tipo Sanduíche

A construção de painéis tipo sanduíche consiste, de acordo Aktay *et al.* (2008) em um núcleo de material leve posto entre duas chapas rígidas (Figura 4), existindo essencialmente apenas duas classes de núcleos, espumas e *honeycombs*. Este artigo abordará o segundo caso, uma vez que a analogia é realizada entre o interior da concha e a geometria do núcleo.

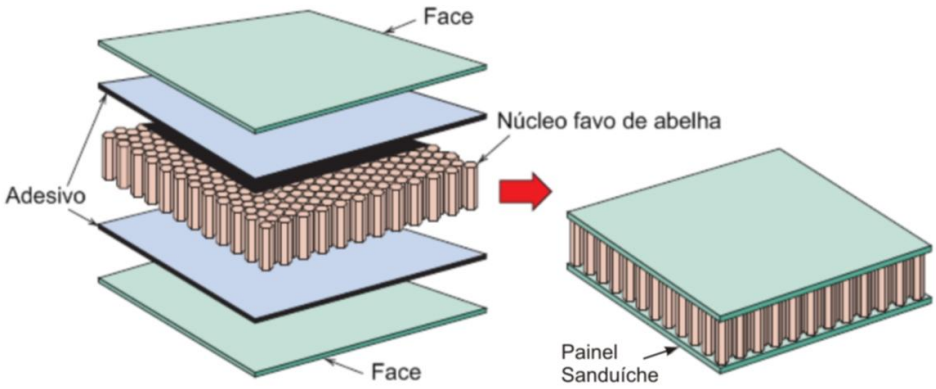


Figura 4. Estrutura tipo sanduíche. (Adaptado de Nogueira do Ó, 2009).

Sua primeira notória aplicação comercial pode ser considerada a construção das aeronaves De Havilland Mosquito em 1939, utilizados na fuselagem do avião, vindo a serem laminados em larga escala na fabricação delas. Esta estrutura tornou-se mais conhecida através da cápsula Apollo em 1969, veículo lunar que possuía paredes com a casca externa em aço, interior em alumínio e o núcleo em favo de abelha plástico. (DAVIES, 2001)

O princípio de funcionamento dos painéis tipo sanduíche é explicado por Chen e Davalos (2005) através da comparação com a viga tipo I: os flanges da viga representam as chapas externas e a alma representa o núcleo, dessa forma as chapas devem suportar a maior parte da tensão causada por flexão e o núcleo deve suportar as cargas cisalhantes (menores) e manter as chapas afastadas. Quanto maior for a distância entre as chapas, maior será a espessura do painel e, por conseqüência, sua resistência à flexão. Dessa forma, as partes que integram o painel podem ser projetadas para um desempenho ótimo de acordo com a aplicação. São essas características que permitem a fabricação de painéis resistentes e leves.

Embora os painéis tipo sanduíche sejam projetados para ter alta resistência à flexão, cargas de compressão aplicadas perpendicularmente ao plano do painel também são comuns em estruturas que utilizam esse tipo de material. Neste caso, o principal componente do painel a resistir ao carregamento é o núcleo, que apresenta menos material para reduzir a densidade. Aktay *et al*. (2008) afirmam que após uma tensão crítica as células do núcleo colapsam por flambagem elástica, escoamento, fluência ou fratura frágil, dependendo da natureza do material utilizado. Por este motivo

solicitações de compressão devem ser levadas em consideração no projeto de um painel sanduíche, especificando material e formato das células do núcleo mais adequado para a aplicação desejada. O formato da célula interna possui grandes variações em cada artigo industrial (Figura 5), porém sendo geralmente utilizada a geometria hexagonal, inspirada no favo-de-mel da abelha.

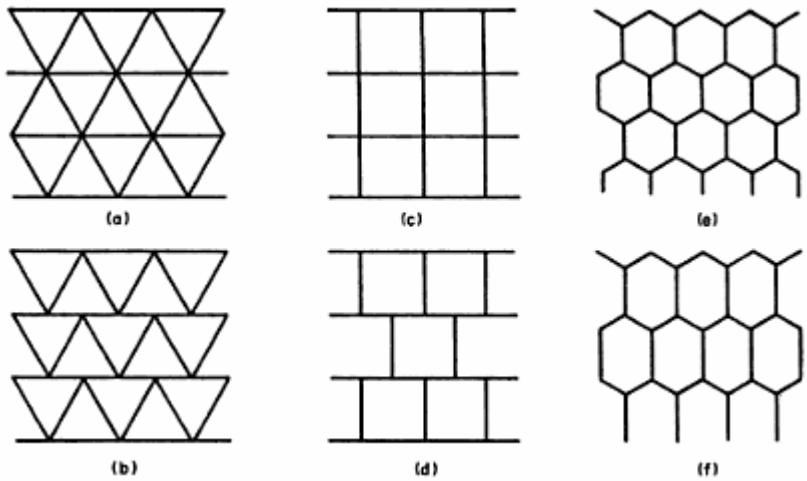


Figura 5. Diferentes geometrias de painéis tipo sanduíche (ASHBY, 1997).

Hoje, encontra-se a tecnologia de painéis tipo sanduíche em variadas aplicações, muitas vezes não perceptíveis, a medida em que normalmente compõem partes internas dos produtos (ZENKERT,1997). Um bom exemplo é a aplicação na área de transportes, onde a leveza da estrutura reverte em menor consumo de combustíveis, e sua versatilidade também é demonstrada em aplicações convencionais como no mobiliário (Figura 6) e em esquis (NOGUEIRA DO Ó, 2009).

Figura 6. Estrutura de uma porta (Diamond-Corr© Door Core).

Essa versatilidade dos painéis tipo sanduíche pode atingir segmentos ainda não explorados, permitindo a fabricação de produtos inovadores. Um exemplo seria a aplicação em painéis translúcidos, permitindo a passagem da luz e gerando um efeito visual diferenciado. Sendo assim, as suturas encontradas nos moluscos cefalópodes podem servir como fonte de inspiração na criação de novas geometrias para núcleos de painéis tipo sanduíche, agregando ainda mais valor para esta tecnologia.

3. Materiais e Métodos

As amostras foram selecionadas junto à coleção de invertebrados fósseis do Museu de Paleontologia e Estratigrafia do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências da UFRGS. Elas representam espécimes que preservam-se apenas como moldes internos sem a presença das porções externas da concha conservadas. Neste caso, apenas as paredes dos septos são preservadas de tal sorte que, então, as suturas são nitidamente visíveis, motivo pelo qual tais amostras foram selecionadas para este estudo. Cabe ressaltar que os moldes são constituídos por argila carbonártica (= marga) que preencheu originalmente as câmaras das conchas desses cefalópodes.

As amostras utilizadas no estudo estão registrados sob a sigla MP e apresentam os seguintes números de entrada: MP 680, 1563 e 2892 (= 2 espécimes). Em termos evolutivos e temporais, as amostras podem ser assim ordenadas: MP 1563, 680 e 2892. As informações correspondentes a cada uma delas são as seguintes:

a) MP 1563 – *Metalegoceras baylorenus* (White) Miller & Parizek 1947, Permiano Inferior do Novo México (Formação Hueco), Estados Unidos, coletado por Mackenzies Gordon Jr., em 1964.
b) MP 680 – *Ceratides sp*., Tirássico Médio de Balingen, Alemanha, coletado por Darcy Closs, em 1959.
c) MP 2892 – *Perisphinetes sp*., Jurássico Superior de Zolhaus, Alemanha, coletado em 1960.

As amostras foram observadas a olho nu e também foram fotografadas para analisar e melhor compreender o formato, o posicionamento e a distribuição das linhas de sutura sobre a superfície de cada amostra. Após, foram classificadas segundo a sua complexidade, de forma alfabética crescente (Figura 7).

Figura 7. Identificação das amostras analisadas em ordem crescente de complexidade. (A) Concha Goniatítica, (B) Concha Ceratítica, (C) e (D) Conchas Amoníticas.

Com as amostras devidamente identificadas, efetuou-se a digitalização tridimensional das mesmas através de um Scanner a laser pontual. O equipamento utilizado foi o Digimill 3D, com cabeçote Optimet modelo ConoProbe 1000 (comprimento de onda 655nm) com potência máxima de 1mW (Figura 8), o qual possui uma velocidade de aquisição de 850 pontos por segundo, e um conjunto de lentes com diferentes níveis de precisão e faixas de captação. Devido à natureza das amostras, optou-se por realizar a digitalização com a lente de 100mm, com precisão de 15µm no eixo Z e resolução entre os pontos de 0,02mm nos eixos X e Y.

Figura 8. Digitalização tridimensional das amostras.

As nuvens de pontos tridimensionais obtidas com o escaneamento foram tratadas através do *software Geomagic Studio*, que possibilitou a edição dos

pontos a fim de salientar as suturas digitalizadas, oportunizando uma melhor compreensão da formação modular da concha (Figura 9). Com o mesmo aplicativo foi possível criar uma malha poligonal representativa de cada concha, permitindo sua utilização em *softwares* de modelagem tridimensional.

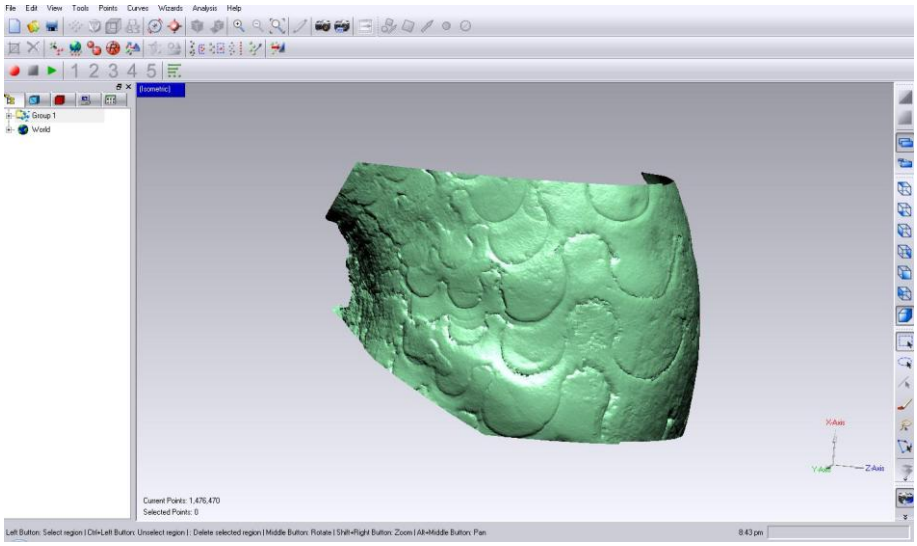


Figura 9. Edição de pontos com o software *Geomagic*.

O procedimento seguinte foi a edição das suturas para a obtenção de um módulo unitário representativo de cada amostra, passível de multiplicação para a geração de uma malha geométrica. Para essa tarefa fora empregado o software computacional *Rhinoceros*.

As diferentes redes obtidas foram escaladas e editadas em busca de um padrão para permitir a comparação entre elas. Com o mesmo padrão criou-se, virtualmente, um corpo de prova com a geometria mais simples passível de aplicação em um painel sanduíche, e também um corpo de prova composto por uma rede de hexágonos reproduzindo a estrutura do *honeycomb* (Figura 10).

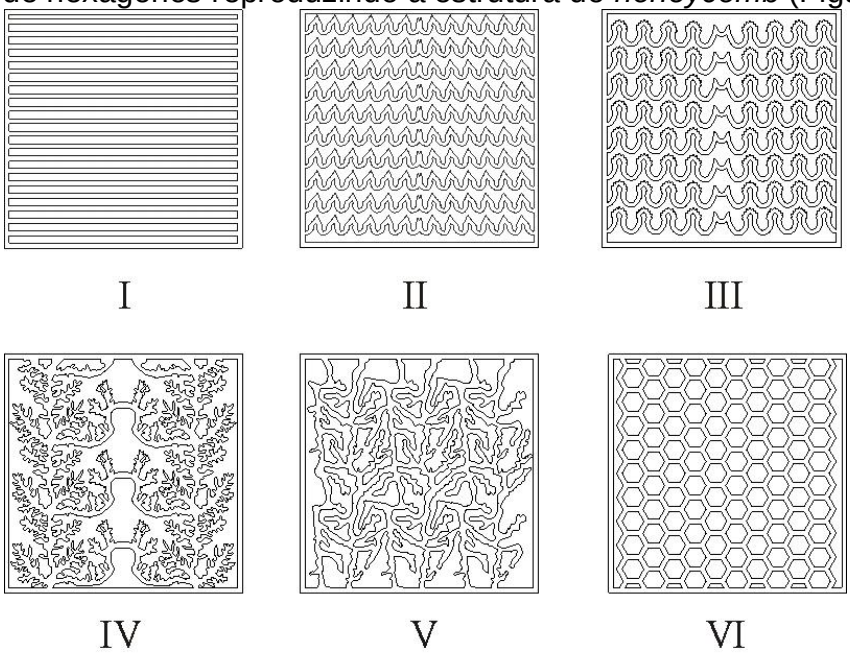


Figura 10. Padrões de amostras criados através da digitalização das suturas. A Amostra I representa a estrutura mais simples, as amostras II, III, IV e V representam as suturas em ordem crescente de complexidade e o *honeycomb* está representado pela amostra VI.

O material escolhido para a fabricação dos corpos de prova foi o acrílico (PMMA) devido as suas características mecânicas de boa resistência e baixa ductilidade quando comparado com outros polímeros passíveis de utilização no corte a laser. Após testes com diferentes espessuras de corte no acrílico determinou-se a espessura fixa de 0,7mm para a geometria dos desenhos, sendo essa a espessura mínima praticada pelo equipamento sem comprometer a geometria original. O padrão de dimensões teve por base a limitação do equipamento utilizado para o teste de compressão, pois sua carga máxima é de 50kN, e o material possui uma variação de sua resistência à compressão entre 45 e 85 MPa, resultando na necessidade de se fixar um valor igual para a área das amostras que rompesse na máquina. O valor calculado foi de 515mm², entretanto, uma tolerância de 3% deste valor foi adotada devido à dificuldade de modelagem e parametrização do software associada à necessidade de manutenção do padrão na relação entre as geometrias das suturas, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Área dos corpos de prova para ensaio de compressão.

Amostra	**Área(mm²)**
Amostra I	520mm²
Amostra II	516mm²
Amostra III	509mm²
Amostra IV	521mm²
Amostra V	527mm²
Amostra VI	511mm²

Utilizando-se chapas de acrílico de 3mm de espessura, o material foi usinado através do corte a laser. Foi utilizada uma máquina da marca *Mira*, com potência máxima de 60W, podendo variar sua velocidade de corte entre 1m/min e 50m/min (Figura 11).

Figura 11. Corte a laser realizado em amostra.

Os modelos foram criados utilizando a potência máxima e velocidade de corte 6m/min, sendo necessário efetuar o processo de corte quatro vezes, para evitar o aquecimento excessivo do material e consequentemente a perda de suas propriedades (Figura 12).

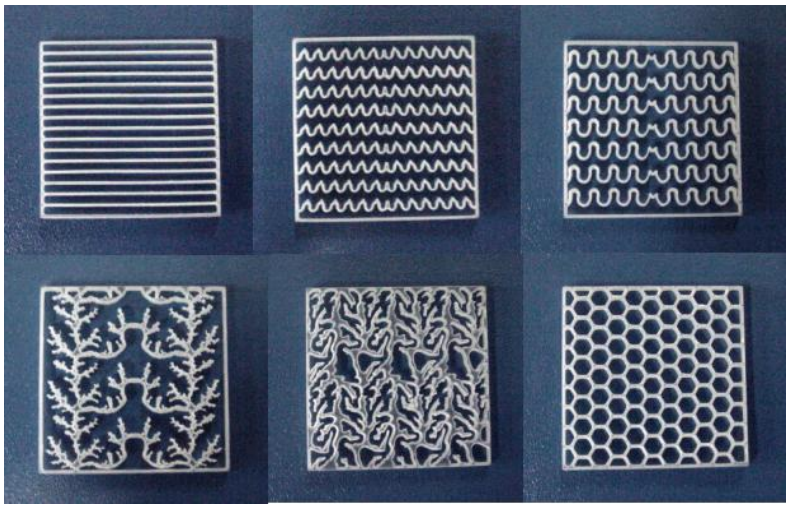


Figura 12. Corpos de prova fabricados em acrílico.

Após a confecção, as amostras passaram por um processo de pesagem, para verificar a variação do peso e a influência do corte a laser na fabricação, sendo os valores visualizados na Tabela 2. Foram criados três conjuntos de amostras, a fim de garantir que os resultados dos testes fossem válidos.

Tabela 2. Avaliação dos pesos das amostras.

Amostra	**Peso do corpo de prova (g)**
Amostra I	1,27
Amostra II	1,17
Amostra III	1,10
Amostra IV	1,22
Amostra V	1,23

Amostra VI	1,27

Os testes de compressão foram realizados em uma máquina universal de ensaios de marca *Shimadzu*, com carga máxima de compressão de 50kN. O ensaio consistiu na compressão das amostras aplicando-se um incremento constante de deslocamento a 0,01mm/min, obtendo-se a resposta dos valores de força e deslocamento aplicados pelo equipamento. O final do ensaio foi dado pelo próprio equipamento ao atingir seu limite de carga de 50kN ou pelo operador quando ficou claro que o corpo de prova atingiu sua região de deformação plástica (Figura 13).

Figura 13. Ensaio de compressão em amostra.

Com os dados obtidos no ensaio de compressão foi possível traçar gráficos de Força X Deslocamento para os corpos de prova fabricados. Foi realizada uma aproximação polinomial aos gráficos descritos, informando uma equação que descrevesse o comportamento de Força X Deslocamento para cada corpo de prova. Através da análise desta equação foram obtidos os valores de resistência dos corpos de prova.

4. Resultados e Discussões

Como visto na tabela 2 há uma diferença considerável (aproximadamente 13% entre o menor e maior peso) nos valores da pesagem realizada, ficando acima do esperado mesmo considerando a tolerância dimensional admitida. Essa variação deve-se, provavelmente, ao processo de fabricação, uma vez que durante o corte a laser a velocidade não se mantém constante, principalmente nas peças de desenho mais complexo as quais possuem muitas curvas, além de ocorrer variação do ângulo de corte durante a operação, fatores que podem alterar a quantidade de material removido. Todavia, o padrão geométrico foi mantido, de forma que estas alterações podem ser compensadas ao se fazer a divisão do valor de resistência obtido

para cada amostra por seu peso. Os gráficos obtidos através dos ensaios com as amostras são apresentados na Figura 14.

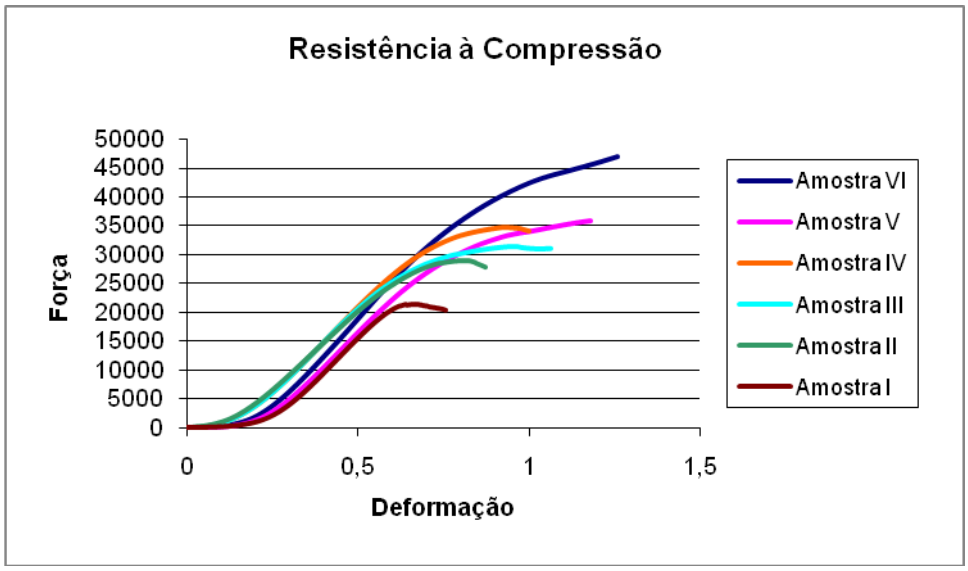


Figura 14. Gráfico Força x Deformação referente ao ensaio de resistência à compressão.

As curvas obtidas são crescentes no início e não apresentam uma região linear bem definida, o que dificulta a determinação do ponto onde ocorre a transição do regime elástico para o plástico. Devido a isso se optou por estimar a resistência de cada amostra determinando o ponto de inflexão, no qual a tangente da curva deixa de ser crescente e passa a ser decrescente significando que, daquele ponto em diante, o material passa a perder resistência, começando a escoar. As equações estimadas foram inseridas no *software Winplot*, que permitiu a obtenção dos exatos pontos de inflexão do gráfico.

Assim, seguindo os critérios estabelecidos e com base análise dos resultados obtidos nos testes, pode-se inferir que há diferentes níveis de resistência à compressão nas amostras, o que demonstra que a diferenciação geométrica de cada sutura é influente na compressão suportada.

Para se determinar efetivamente que ocorreu um aumento da resistência conforme o aumento da complexidade do desenho, deve-se remover a influência da quantidade de material. Para se fazer isso, foi calculada uma razão entre a resistência de cada amostra e seu peso, obtendo-se um novo parâmetro denominado resistência específica. A Tabela 3 traz os valores de resistência e peso de cada amostra, além dos valores de resistência específica calculados.

Tabela 3. Cálculo da razão entre a força e o peso de cada amostra.

Amostra	**Resistência (N)**	**Peso (g)**	**Resistência Específica (N/g)**
Amostra I	12.360	1,27	9.732
Amostra II	13.147	1,17	11.236

Amostra III	13.051	1,10	11.864
Amostra IV	14.668	1,22	12.022
Amostra V	15.621	1,23	12.700
Amostra VI	16.743	1,27	13.183

Pode-se verificar que o valor da razão é crescente da Amostra I até a Amostra V. Assim, fazendo um paralelo com a linha evolutiva dos espécimes, percebe-se que o aumento da resistência ocorre em conjunto com a diferenciação geométrica. Percebe-se também que a geometria mais resistente foi a análoga ao *honeycomb*, resultado já esperado uma vez que esta é a estrutura que está sendo adotada comercialmente na atualidade com sucesso comprovado.

Uma vez que o *honeycomb* e a amostra com linhas simples foram reproduzidos com o intuito de utilizá-los como padrões de referência em resistência, uma comparação entre estas amostras e a as demais (II a V) é necessária para a verificação da potencialidade de cada sutura. Essa comparação pode ser obtida através do cálculo da resistência à compressão relativa, fator definido ao se estimar o *honeycomb* como a estrutura com maior resistência (100%) e a amostra com linhas simples a de menor resistência (0%). Um histograma apresenta as resistências à compressão relativas na figura 15.

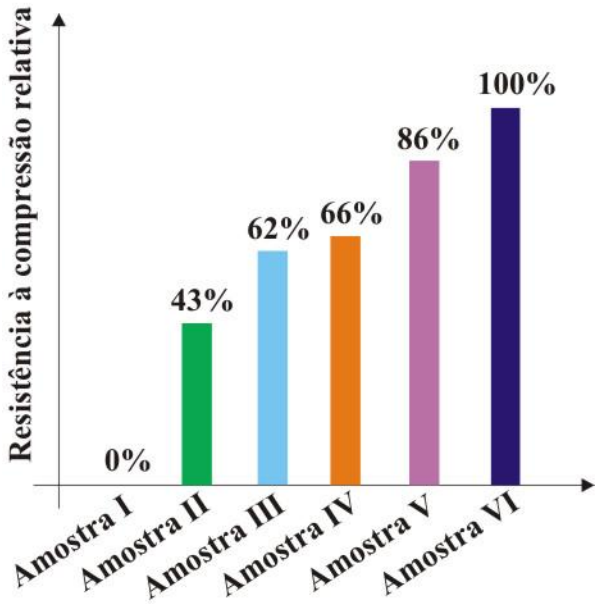


Figura 15. Histograma com os valores da resistência à compressão relativa comparando as suturas e os modelos utilizados como referência.

Embora a Amostra II assemelhe-se em sua forma à Amostra III, ao visualizá-la percebe-se que possui um menor raio de curvatura, selas e lobos lisos, além de ângulos bem marcados. Acredita-se que esse conjunto de

características possa ter afetado sua resistência, gerando o baixo valor verificado em relação às outras suturas.

As Amostras III e IV tiveram resultados semelhantes em resistência, o que pode gerar um questionamento quanto a qual fase da diferenciação das suturas houve maior aumento na resistência. Da mesma forma, pode-se observar que a mudança de propagação das suturas de apenas um sentido horizontal, para um sentido horizontal e vertical acabou por produzir uma modificação considerável na resistência à compressão das conchas.

Pelo histograma comparativo denota-se que a Amostra V possui uma alta resistência à compressão relativa, atingindo um alto índice (86%) em comparação as outras amostras. Também é perceptível que a maioria das amostras esteve acima de 50%, mostrando que a diferenciação geométrica atua modificando a resistência da concha.

O bom desempenho obtido pela Amostra V reproduz uma possibilidade de utilização desse padrão em diferentes aplicações, pois se espera que corresponda de forma similar à geometria do favo-de-mel da abelha no que tange resistência a esforços de compressão do sistema. Neste sentido, conceitualmente realizou-se a aplicação desta sutura em uma estrutura tipo sanduíche, na obtenção de uma porta com menor peso e boa resistência. A estrutura foi projetada de forma que as suturas fiquem encaixadas no quadro da porta, permitindo a redução do material utilizado sem ocorrer perda na resistência ou deformação na superfície da porta (Figura 16).

Figura 16. Suturas aplicadas na estrutura sanduíche de uma porta translúcida.

4. Conclusão

A evolução ocorrida entre os espécimes analisados foi acompanhada por um aumento na resistência mecânica das conchas, comprovada através do acréscimo consecutivo na resistência à compressão, proporcionado pelas suturas das amostras. Os diferentes desenhos resultaram em uma variação expressiva da força de ruptura, consistindo em um fator que deve ser considerado no projeto de uma estrutura sanduíche. Por meio da análise dos resultados creditou-se a algumas das suturas a viabilidade de sua utilização como meio estrutural nos casos em que há a compressão do componente sob esforço.

As geometrias de maior complexidade analisadas passam a se tornar uma possibilidade para os designers que queiram estruturas diferenciadas para seus produtos, especialmente no caso da Amostra V em que a estrutura obteve resultado satisfatório para diversas aplicações. O *honeycomb* foi a geometria que obteve maior resistência nos testes, justificando sua utilização como material de alta performance para resistência em painéis tipo sanduíche. Cabe salientar que são necessários outros testes, como flexão e tração para que possa ser feita uma avaliação completa do potencial dessas suturas em aplicações que exigem altos esforços.

Outro ponto importante a ser considerado é que, assim como a geometria do *honeycomb* não é exclusivamente utilizada em painéis tipo sanduíche, as suturas estudadas também apresentam um maior potencial de aplicação, podendo ser utilizadas, por exemplo, no desenho de solados na indústria calçadista. Por este motivo acredita-se que o estudo mais aprofundado do emprego da geometria de conchas se apresenta como um assunto relevante para o design de novos produtos.

Referências Bibliográficas

AKTAY, Levent, JOHNSON, Alastair F., KROPLIN, Bernd-H., Numerical modeling of honeycomb core crush behavior. Engineering Fracture Mechanics 75: 2616-2630, 2008.

ASHBY, Michael F. Gibson, Lorna J. Cellular solids: structure and properties. Cambridge University Press, United Kingdom, 1997.

BUCKLAND, William., Geology and mineralogy considered with reference to natural theology. Treatise IV. The Bridgewater treatise on the power, wisdom and goodness of God as manifested in the Creation. W. Pickering, London, 1836.

CARVALHO, Ismar S., Paleontologia, Rio de Janeiro, Interciência, 2000.

CHEN, An, DAVALOS, Julio F., A solution including skin effect for stiffness and stress field of sandwich honeycomb core. International Journal of Solids and Structures 42: 2711-2739, 2005.

DANIEL, Thomas L., HELMUTH, Brian S., SAUNDERS, W. Bruce, WARD, Peter D., Septal Complexity in Ammonoid Cephalopods Increased Mechanical Risk and Limited Depth. Paleobiology, v.23, no.4, p.470-481, 1997.

DAVIES, J.M., Lightweight Sandwich Construction, Blackwell Science, Oxford, 2001

HEWITT, R.A., WESTERMANN, G. E. G., Function of complexly fluted septa in ammonoid shells. I. Mechanical principles and function models. Neues Jahrbuch fur Geologie und Palaontologie 172:47-69, 1986.

HEWITT, R.A., WESTERMANN, G. E. G., Function of complexly fluted septa in ammonoid shells. II. Septal evolution and conclusions. Neues Jahrbuch fur Geologie und Palaontologie 174:135-169, 1987a

HEWITT, R.A., WESTERMANN, G. E. G., *Nautilus* shell architecture. p.435-416 *in* SAUNDERS, W. B., LANDMAN N. H., *Nautilus*: the biology and paleobiology of a living fossil. Plenum, New York, 1987b

KINDLEIN JR, Wilson, GUANABARA, Andréa S., SILVA, Éverton A., PLATCHECK, Elizabeth R., Proposta de uma Metodologia para o Desenvolvimento de Produtos Baseados no Estudo da Biônica. P&D Design. Brasília, 2002.

LEVIN, Harold L., The Earth Through Time, Eight Edition, St. Louis, 2006.

MOORE, Raymond C., Treatise on invertebrate paleontology : Mollusca 4, Lawrence : Geological Society of America, 1957.

NOGUEIRA DO Ó, Hugo M. B., Comportamento de Vigas Sandwich de Secção em Caixa Sujeitas a Flexão. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Mecânica. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.

PFAFF, E., Uber form und bau der Ammonoidenseptum und ihre beziehungen zur sututlineai. Jahresbericht Niedersachsen geologische Vereins, Hannover 4:207-223, 1911.

SALVADOR, Roner J., Metodologia da Biônica em dobradiça de móveis. Mestrado Profissionalizante em Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 2003.

SILVA, Fábio P., DUARTE, Lauren C., ROLDO, Liane, KINDLEIN JR, Wilson, A Digitalização Tridimensional Móvel e sua aplicação no Design de Produto. Revista Eletrônica Design & Tecnologia. Edição 01. Número 01. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 2010.

WESTERMANN, G. E. G., Form, structure, and function of shell and siphuncle in coiled Mesozoic Ammonoids. Life Sciences Contributions, Royal Ontario Museum 78:1-39, 1971.

YEH, C. L., CHEN Y.F., WEN C.Y., LI K.T., Measurement of thermal contact resistance of aluminum honeycombs. Experimental Thermal and Fluid Science 27, Taiwan, 2003.

ZENKERT, D., The Handbook of Sandwich Construction, EMAS, Cradley Heath, 1997.

ESTUDO DA USINAGEM DE ESPUMAS DE POLIURETANO

Elisa Marangon Beretta
Fabio Pinto da Silva
Wilson Kindlein Junior

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Resumo

Os assentos personalizados em espumas de poliuretano são uma opção para melhorar o conforto das pessoas com deficiências. Os equipamentos desenvolvidos para sua produção são dedicados e suas ferramentas especialmente projetadas, aumentando o custo do produto. O presente trabalho apresenta estudos de parâmetros de corte para usinagem CNC em espumas de poliuretano, com o uso de ferramenta convencional. As espumas foram caracterizadas quanto à densidade e força de indentação. Foram determinadas relações entre as propriedades mecânicas e as rotações e avanços testados, bem como foi comprovada a viabilidade da produção de assentos personalizados através da usinagem CNC diretamente das espumas.

Palavras-chave: Espumas de Poliuretano; Usinagem CNC; Personalização em Massa.

Abstract

Customized seats in polyurethane foams are an option to improve the comfort of people with physical disabilities. The developed equipment for its production is dedicated and its tools specially designed, increasing the product cost. The present study shows parameters of cut towards CNC machining with the use of conventional tools. The foams were caracterized regarding its density and its identation. It were determined relations between the mecanichal properties, the rotations and the feed tested, as well as the comprovation of the production viability of customized seats trough direct CNC machining of foams.

Keywords: *Polyurethane Foam; CNC Machining; Mass Customization*.

Introdução

Assentos com contorno personalizado e sistemas para suporte do corpo humano são boas alternativas para uso ao invés de assentos padronizados e semi-personalizados usados para alivio de pressão, controle postural e posicionamento. Avaliações clínicas de protótipos de sistemas desenvolvidos na Universidade da Virgina (EUA) mostraram que, na maioria dos casos, o suporte postural tem sido melhor e as pressões na interface têm sido mais

uniformemente distribuídas quando comparados a assentos comercialmente disponíveis. Além disso, foi mostrado que a distorção dos tecidos foi reduzida. Estes e outros benefícios das superfícies de suporte dos assentos com contorno personalizado têm sido documentados (CHOW, 1974; CHUNG, 1990; SPRIGLE, CHUNG, BRUBAKER, 1990).

A produção de produtos personalizados está baseada no conceito de customização em massa (mass customization). Este conceito é definido como a produção em massa de bens e serviços que atendam aos anseios específicos de cada cliente, individualmente, a custos semelhantes aos dos produtos não personalizados (PINE et al, 1993). De acordo com revisões recentes, ocorreu um aumento de atenção pela personalização de produtos (DA SILVEIRA, BORENSTEIN, & FOGLIATTO, 2001; JIAO, QUINHAI, & TSENG, 2003). Salvador, Forza, and Rungtusanatham (2002) concluíram que mesmo que a personalização não tenha completamente varrido com a produção em massa, há claros sinais que está se tornando cada vez mais uma preocupação generalizada. Para Feitzinger e Lee (1997), o aumento do interesse na personalização é explicado pelo fato que consumidores estão demandando produtos e serviços altamente customizados. A personalização visa atingir os requerimentos desejados do desempenho do produto ao passo que muda parâmetros de design. Assim, Jiao e Tseng (2004) afirmam que a maior preocupação da personalização é a flexibilidade do projeto para que este possa ser modificado para acomodar variações em requerimentos funcionais (referidos ao desempenho esperado). Em outras palavras, a personalização é caracterizada pela facilidade – ou flexibilidade – tanto da mudança do projeto quanto da extensão desta mudança.

No entanto, produtos personalizados, adaptados para satisfazer requerimentos individuais são sempre de alto custo, pois elas tendem a minar o potencial de operações padronizadas, assim, aumentando a complexidade e reduzindo a escala das operações. Estas características fazem a personalização mais desafiante já que compradores tendem a requerer soluções individualizadas ao mesmo tempo em que eles demandam tempos menores de entrega (FEITZINGER & LEE, 1997) além de custos reduzidos (OSWALD & BOULTON, 1995). Segundo Fredriksson & Gadde (2005) para diminuir o tempo de entrega e o custo final do produto, é necessária a reorganização das estruturas das atividades na produção e distribuição para que aumente a flexibilidade do processo. Processos automatizados, como a usinagem CNC (*Computer Numeric Control* ou Controle Numérico Computadorizado), podem trazer agilidade em sistemas produtivos personalizados ao passo que é possível programar diferentes produtos para serem manufaturados na mesma máquina, além do estabelecimento de parâmetros como velocidade de rotação e avanço, tipo de ferramenta, etc.

Espumas de Poliuretano

Os materiais mais empregados nos assentos personalizados para cadeira de rodas são as espumas de poliuretano. Estas são amplamente usadas na produção de almofadas para assentos em geral como os de veículos e móveis. Eles são normalmente produzidos pela reação de poliadição de um poliisocianato (no mínimo bifuncional) e um poliol ou outros reagentes, contendo dois ou mais grupos de hidrogênio reativos). Os compostos contendo hidroxilas podem variar quanto ao peso molecular, natureza química e funcionalidade. Os isocianatos podem ser aromáticos, alifáticos, ciclo-alifáticos ou policíclicos. Esta flexibilidade de escolha de reagentes permite obter uma ampla variedade de compostos com diferentes propriedades físicas e químicas.

Um dos benefícios dos sistemas de suporte de espuma resiliente é o baixo custo dos materiais. Para fazer uma comparação válida sobre custo com outros tipos de almofadas de assentos e suporte corporal, vários outros fatores devem ser considerados. Segundo Brienza et al (1992), estes fatores incluem: o custo do equipamento; o custo dos materiais para fazer a espuma; o nível da expertise do técnico operador requerido para operar o equipamento; o nível de atenção necessário do técnico durante o processo de fabricação do assento.

A técnica tradicional de fabricação das almofadas de poliuretano é despejar os químicos da espuma em um molde que possua a forma da almofada desejada. Já que almofadas para assentos possuem geometrias complicadas, se não executadas em grande escala a abordagem de molde é de alto custo em termos de preparo e produção deste. Combinado com o fato que alterações no design requerem a criação de um novo molde, este processo também não é considerado muito flexível (JOUANEH, HAMMAD, DATSERIS, 1997). Um processo de produção confiável e relativamente de baixo custo se torna essencial para que assentos personalizados sejam disponíveis e a preços competitivos. Por estas razões, Shih, Lewis, Strenkowski (2004) afirmam que a usinagem oferece uma alternativa atraente para manufaturar componentes personalizados feitos nestes materiais, já que não é necessário um equipamento dedicado e especializado.

Dhokia (2008) afirma que a habilidade de usinar materiais flexíveis, tal como polipropileno e poliuretano, oferecem vantagens distintas na hora de produzir produtos personalizados, como solas de sapatos ortopédicos e assentos, usando estratégia de usinagem direta sem a necessidade da tecnologia de molde. No entanto, o maior problema com a usinagem de polímeros é que há muito pouco conhecimento em termos de parâmetros de usinagem. Estes parâmetros formam a base fundamental para qualquer operação de usinagem CNC. Existem pesquisas substanciais sobre a usinagem de metais enquanto o conhecimento sobre usinagem de polímeros flexíveis é limitado.

Poucos estudos têm sido reportados na literatura sobre corte de espumas de poliuretano. Wright e Cumming (1969) afirmam que, devido à grande

quantidade de espumas flexíveis, não é possível generalizar seu processo de usinagem. Eles dão algumas diretrizes para parâmetros, como altas velocidades e pequenos avanços. No entanto, são necessários ainda muitos testes com espumas de diferentes densidades já que os parâmetros não são bem definidos nem conclusivos.

Brienza et al (1992) discute o desenvolvimento de um sistema para fabricação de almofadas de assentos com contorno personalizado. O sistema é baseado no uso de uma máquina de fresamento de três eixos especializada. A espuma é fixada a uma plataforma rotatória controlada enquanto a ferramenta de corte é transladada verticalmente pelo eixo z e horizontalmente pelo raio desta plataforma. A ferramenta de corte é personalizada com duas faces de corte (*double-edged blade*) presa ao final do eixo vertical a aproximadamente 7.000 rpm por um motor síncrono AC. O operador deve ser muito bem treinado para identificar os possíveis problemas durante o processo e, então, corrigi-los.

Jouaneh, Hammad, Datseris (1997) desenvolveram um equipamento dedicado para produção de assentos de automóveis utilizando ferramentas de fio quente especializadas. Primeiramente, eles identificaram as formas geométricas empregadas nos assentos, limitando a cinco formas finais. Após, desenvolveram cinco ferramentas de fio quente com diferentes formas para que produzir as formas identificadas. Um método para gerar os caminhos de corte da geometria modelada também foi apresentado. Os resultados mostram que o sistema automatizado reduziu o tempo de corte significantemente e produziu cortes que aumentaram a qualidade do produto. Deve ser mencionado que neste sistema, o operador do equipamento tem que especificar a ordem de execução dos blocos que representam a geometria de corte desejada.

Também são encontradas duas patentes dos Estados Unidos que tratam do corte de espumas de poliuretano especificamente para assentos de automóveis. Ambas desenvolvem equipamentos especializados e dedicados. Trybus (2003) desenvolveu uma fresa CNC com uma plataforma onde a espuma é colocada; uma estrutura se move no eixo y e ferramenta se move nos eixos x e z. Depois que a parte da frente é usinada, a cavidade resultante é preenchida com material granular e o assento é virado para ser usinado do outro lado. No processo desenvolvido por Olari e Allen (2004) a espuma flexível é temporariamente transformada em rígida, sendo a espuma molhada e depois resfriada. Outros métodos utilizados para enrijecer a espuma foram gases liquefeitos, tais como nitrogênio liquido e dióxido de carbono. A espuma é usinada logo após ser enrijecida. Depois de usinada a espuma é deixada retornar ao seu estado original.

Mesmo com alguns equipamentos desenvolvidos, todos são dedicados e alguns ainda possuem ferramentas especializadas, o que limita a distribuição e produção. Foi identificada a necessidade de se estudar formas de usinagem CNC de espumas de poliuretano com equipamentos e ferramentas já existentes, para assim diminuir o custo final do assento personalizado. Também é necessário estudar os parâmetros de usinagem das espumas de

poliuretano, diminuindo o tempo de corte e, conseqüentemente, reduzindo o tempo de entrega.

Usinagem CNC

Segundo Ferraresi (1997) as operações de usinagem são aquelas que, ao conferir à peça a forma, ou as dimensões ou o acabamento, ou ainda uma combinação qualquer destes três itens, produzem cavaco. O cavaco é definido como a porção de material da peça, retirada pela ferramenta, caracterizando-se por apresentar forma geométrica irregular. Os processos de usinagem podem ser classificados em diversos grupos, tais como fresamento, torneamento, aplainamento, furação, serramento, roscamento, retificação, polimento, etc.

O fresamento é definido por Ferraresi (1997), como o processo mecânico de usinagem CNC destinado à obtenção de superfícies quaisquer com o auxílio de ferramentas geralmente multicortantes. Para tanto, a ferramenta gira e a peça ou a ferramenta se deslocam segundo uma trajetória qualquer.

As principais tecnologias auxiliares que tem evoluído junto com as máquinas CN/CNC são os sistemas Computer-Aided Design (CAD), Computer-AidedEngineering (CAE) e Computer-Aided Manufacturing (CAM). O primeiro permite integrar as tarefas de projeto, o segundo simular/otimizar o produto e o último efetuar sua prototipagem/fabricação. Segundo Preston (1984), com estes sistemas é possível realizar tarefas altamente técnicas mais rapidamente, com maior facilidade, maior precisão e com gastos econômicos menores do que os métodos mais antigos e tradicionais.

Faller, Silva e Kindlein (1996) afiram que, embora a maior parcela das máquinas CNC seja de máquinas ferramenta (ou de usinagem), a cada dia surgem novas operações de manufatura que são alimentadas com informações CNC. Alguns exemplos são prensas, máquinas de rebitagem, máquinas de corte a lazer ou a maçarico, dobradeiras de tubos, máquinas de teste de circuitos, máquinas de inspeções, máquinas de montagens eletrônicas, máquinas de traçagem, maquinas de tecelagem, etc.

> A questão do conceito e funcionamento dos eixos em uma máquina CNC geralmente é motivo de muitas dúvidas. Um modo simples de conceituar a palavra eixo é referenciar cada eixo como sendo o movimento realizado na direção de um dos eixos do sistema cartesiano de modo consecutivo. Assim, se a máquina pode se movimentar na direção X Y e Z ao mesmo tempo, esta máquina é uma máquina de três eixos, porém se esta máquina movimenta-se em dois eixos consecutivamente e o terceiro quando os outros dois estiverem parados, esta máquina possui dois eixos e meio. O movimento denominado como “meio” é conhecido por movimento indexado, ou seja, não continuo, pois só atua quando os outros eixos estão parados.

(FALLER, SILVA, KINDLEIN, 1996)

Ao usinar poliuretanos existem vários pontos importantes a serem observados, mas devido a diversidade dos materiais disponíveis, esses só podem ser tratados como generalizações. Não importando a densidade do poliuretano que está sendo usinado, deve sempre ser lembrado que este se trata de um material flexível e assim, tenderá a se mover para longe da ferramenta de corte. Por esta razão, a ferramenta deve se manter o mais afiada possível para minimizar este movimento (WRIGHT, CUMMING, 1969).

O tempo requerido para cortar a almofada depende dos gradientes do contorno e dos parâmetros do caminho de corte selecionados pelo programador. Segundo estudos de Brienza et al, (1992) os parâmetros dos caminhos de corte afetam a velocidade de corte, a resolução e a confiança. Wright e Cumming (1969) afirmam que na maioria dos casos de operação de usinagem, foi encontrado que é mais vantajoso utilizar altas velocidades e pequenos avanços para evitar que forme calor. Os resultados de Vickerstaff e Cindy (1980) quando cortando policarbonato, são representativos de cortes em termoplásticos. Segundo eles, as forças de corte reduzem quando o ângulo de inclinação aumenta. Kabayashi (1967) define que, outro parâmetro importante é o ângulo de inclinação para gerar a mais alta precisão de peças e o mínimo de desgaste da ferramenta. Isto acontece porque a direção da força resultante de corte coincide com a direção do corte, dando a deformação mínima da superfície usinada. Kabayashi (1967) concluiu que os valores críticos de ângulo de inclinação devem ser determinados experimentalmente para cada um tipo de plástico e para cada conjunto de condições de corte.

Outro fator importante a ser observado no processo de usinagem de espumas são os cavacos produzidos. Alauddin (1995) identificou que é sempre desejável obter um cavaco constante para evitar a geração de calor e deformação do material de trabalho durante seu corte. Para fazer isso é desejável cortar com ferramentas que tenham um ângulo de inclinação crítico ou um maior ângulo de inclinação, o que produz lascas contínuas e mínima deformação. A seleção das condições de corte também é importante, especialmente a espessura do dente de corte assim como a taxa de avanço. Atkins e Xianzhong (2005) dizem que foi encontrado que os cavacos não são deformados permanentemente quando tiras finas são cortadas dos materiais flexíveis. Ainda, como esses materiais possuem capacidade de flexão, eles armazenam energia elástica quando defletidos por laminas finas e afiadas.

Ainda quanto aos cavacos, Atkins (2006) afirma que as forças durante todos os tipos de corte dependem da razão entre a fatia retirada e a lâmina de corte. No caso de materiais flexíveis, os componentes da energia principal são o trabalho de separação e o trabalho de fricção, gerando os cavacos deformáveis (assim armazenando energia elástica). A fricção se opõe ao movimento do material sobre a lâmina e, quando não há distorção permanente dos cavacos, a direção da força de fricção é oposta ao movimento da peça de trabalho.

Há um estudo de Shih, Lewis, Strenkowski (2004) sobre a usinabilidade de elastômeros, onde foram testadas diferentes ferramentas e avanços para definir a melhor situação de corte para estes materiais. Um estudo semelhante é proposto para espumas de poliuretano para poder determinar os parâmetros de corte mais adequados. O presente artigo apresenta alguns estudos realizados para a obtenção destas diretrizes para posterior obtenção de assentos personalizados em espumas de poliuretano através da usinagem CNC.

Materiais e Métodos

Para o presente estudo foram utilizadas como material para usinagem espumas de poliuretano de densidades nominais 20, 26, 33, 45, 50 e 60 kg/cm^3. As espumas foram caracterizadas quimicamente através de FTIR - *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* ou Espectroscopia de Infravermelho por Transformado de Fourier – da marca Perkin-Elmer modelo Spectrum One. Foram também caracterizadas mecanicamente em uma máquina universal Shimadzu, através de ensaios de densidade e indentação de acordo com a norma ASTM D3574-08 "*Standard Test Methods for Flexible Cellular Materials - Slab, Bonded, and Molded Urethane Foams*". Neste sentido, foram utilizados corpos de prova no tamanho 380 x 380 x 100 mm. Cabe salientar que a força de indentação (suporte de carga), a qual deve estar vinculada ao valor da densidade, avalia o peso que a espuma suporta sobre si, por metro quadrado. Esta força é o principal indicador da qualidade da espuma produzida, pois o material deve ser macio no início da deflexão (ato de sentar) e logo após resistir.

Após a caracterização, foram realizados ensaios de usinabilidade nestas espumas. O equipamento de usinagem utilizado foi uma estação Digimill 3D, de marca Tecnodrill. A ferramenta empregada foi uma fresa convencional de topo reto de 6mm de diâmetro, OSG 801/2, tipo EDL base D844 (figura 01). A espuma foi presa em uma plataforma fixa através de fitas dupla face de alto desempenho, 3M VHB.

Fig 01: Fresa de topo reto 6mm, OSG 801/2 tipo EDL base D884.

De acordo com estudos preliminares há grande influência do sentido de corte, concordante (Fig. 2A) ou discordante (Fig. 2B). O comportamento da espuma flexível no corte concordante acarretou em cavaco "empastando" na ferramenta e às vezes até arrancando porções maiores de material, além de gerar péssimo acabamento (Fig. 2A e 2C). Já o corte discordante, apesar de gerar cavaco em fita, normalmente indesejado, apresentou excelente acabamento, praticamente idêntico ao da superfície original do bloco de

espuma (Fig. 2B e 2D). A única ressalva acerca desse tipo de cavaco é que ele pode por vezes enroscar na ferramenta e danificar o acabamento (BATISTA et al., 2009).

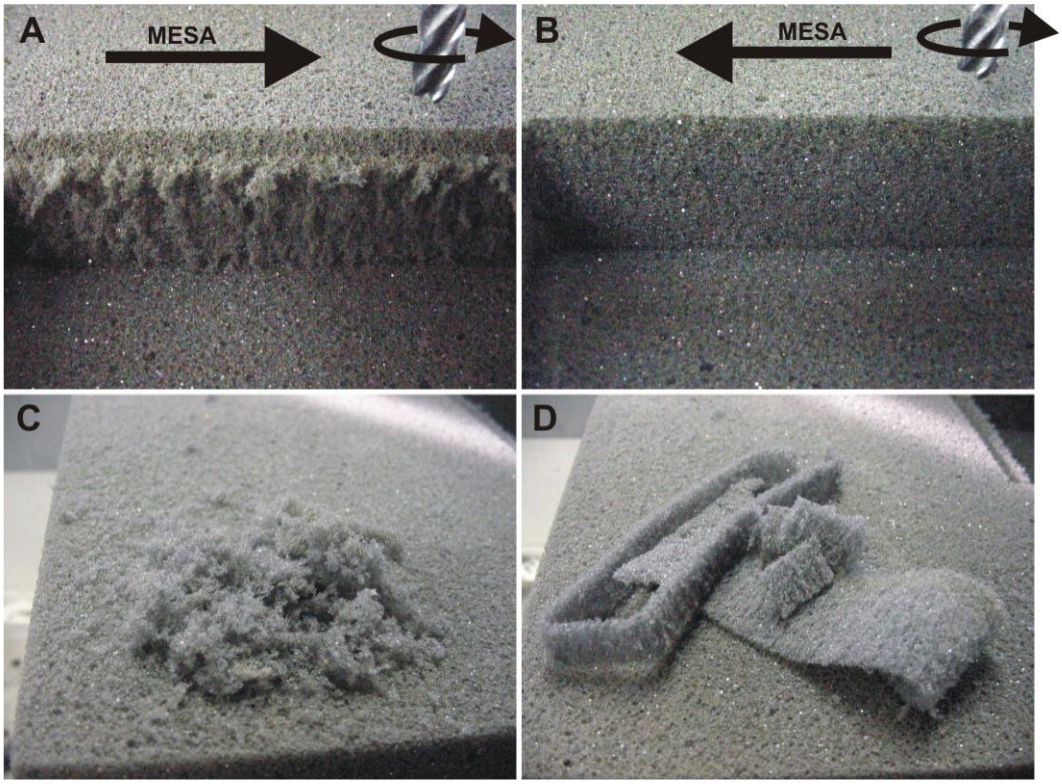


Fig. 02: Usinagem concordante (A) e discordante (B) da espuma D50 e seus respectivos cacavos (C) e (D).

Para os ensaios de usinabilidade, a programação da ferramenta foi feita no *software* EdgeCAM. Foi programado que a ferramenta recuasse 10 mm da espuma entrando lateralmente nesta já na rotação especificada. A ferramenta deveria cortar uma profundidade de 5 mm em uma extensão de 100 mm. Ao chegar ao final, ela avança 1 mm para o lado, e retorna os mesmos 100 mm para visualização do corte apenas no sentido discordante.

Os parâmetros testados foram a velocidade de avanço e a velocidade de rotação. Foram testadas quatro velocidades de rotação: 6.000, 12.000, 18.000 e 24.000 RPM. Os avanços usados para cada uma das velocidades foram 400, 800, 1.200, 1.600, 2.000, 2.400, 2.800, 3.200, 3.600 e 4.000 mm/min.

Resultados

Os resultados da espectroscopia por infravermelho confirmaram a composição da espuma de poliuretano e mostraram que, independente da densidade da espuma, a composição do material se mantêm a mesma (figura 03).

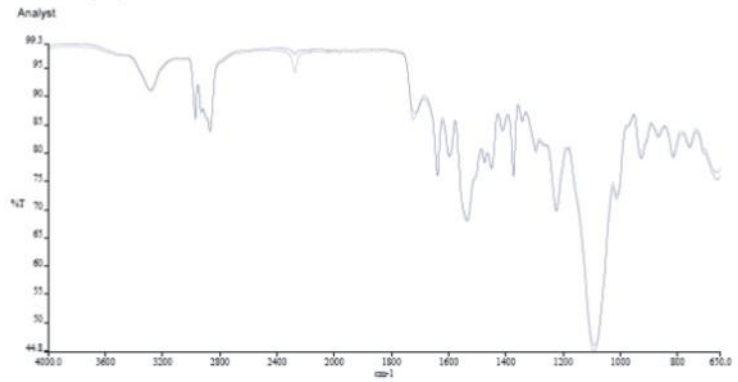


Fig 03: Espectro gerado pela análise por FT-IR para a espuma D50.

As espumas foram pesadas e seu volume calculado para a obtenção das densidades, de acordo com a norma ASTM D3574-08 (A). Estes valores foram confrontados com o catálogo do fabricante para confirmação das densidades nominais, como mostrado na tabela 01. As espumas de menor densidade (20, 26, 33, 45) atendiam os valores nominais. A espuma D50 ficou ligeiramente abaixo do valor mínimo esperado e a D60 ficou consideravelmente defasada do seu valor nominal.

Tabela 01: Densidades das espumas em kg/cm^3

Nominal	Espuma 1	Espuma 2	Espuma 3	Espuma 4	Média	Catálogo
D20	19,114	19,529	19,252	19,321	19,304	17 - 21
D26	25,554	25,900	25,693	25,623	25,693	24 - 28
D33	33,102	33,795	33,587	33,103	33,397	30.5 – 35
D45	41,483	42,936	43,352	43,006	42,694	39.5 – 47.5
D50	45,914	45,499	45,499	45,776	45,678	46 - 54
D60	50,277	51,731	49,792	50,000	50,450	54 - 62

O ensaio de indentação consistiu em medir a força necessária para produzir deflexões de 25 e 65 % nas espumas, a partir de uma espessura inicial com pré-carregamento de 4,5N, de acordo com a norma ASTM D3574-08 (B1). Os resultados são chamados valores de IFD e podem ser visualizados na tabela 02. A figura 4 ilustra um gráfico plotado a partir do ensaio da espuma D50.

Tabela 02: Valores dos testes de indentação

	Esp. 4,5N	IFD 25%	IFD 65%
D20	99.752mm	92.1N	170.15N

D26	99.780mm	126.6N	238.15N
D33	99.665mm	182N	355.5N
D45	99.625mm	271.45N	560.75N
D50	99.854mm	275.3N	586.5N
D60	99.776mm	237.75N	499.25N

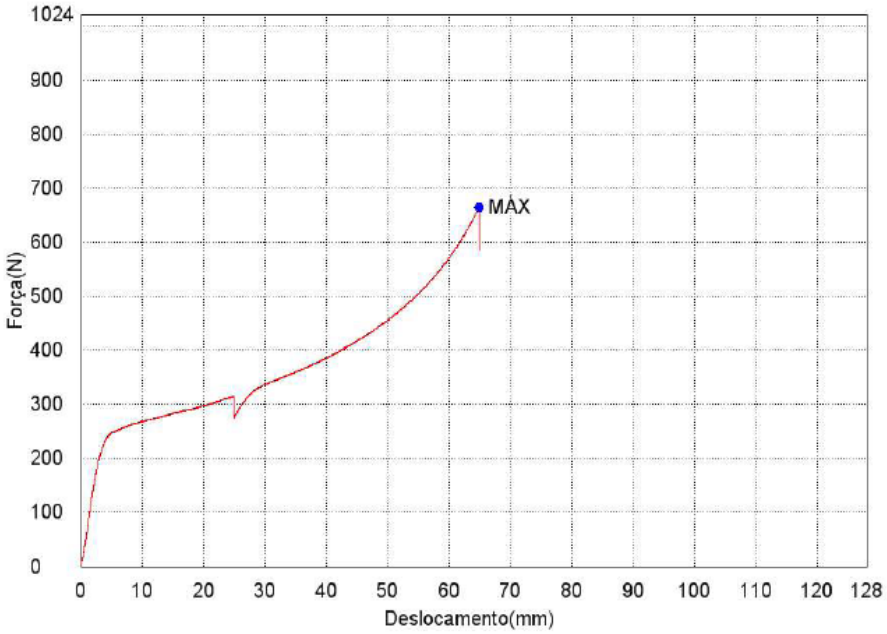


Fig 04: Gráfico da Força de Indentação para a espuma D50.

Assim como o ocorrido nos ensaios de densidade, as espumas 20, 26, 33 e 45 apresentaram um comportamento linear. A espuma D50 ficou ligeiramente abaixo do valor mínimo esperado e a D60 ficou consideravelmente defasada do comportamento das demais, conforme a figura 05.

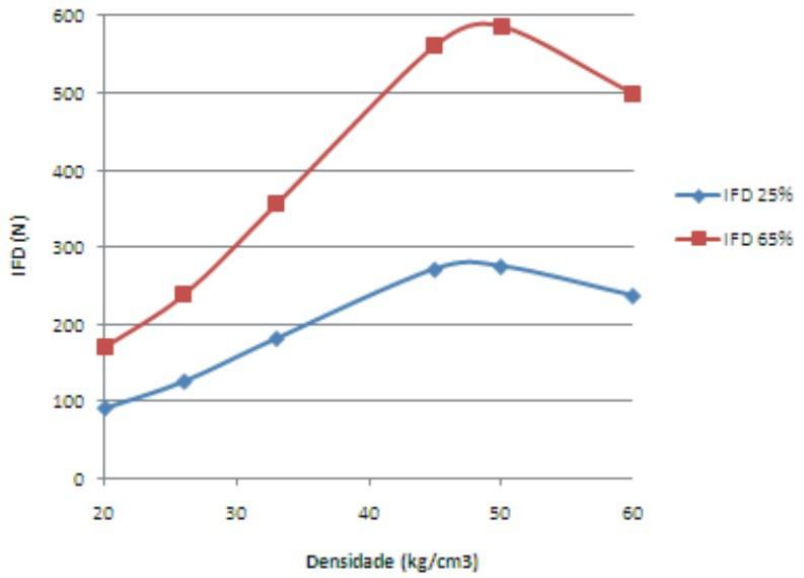


Fig 05: Relação da força de indentação (IFD) com as densidades das espumas.

Os resultados dos testes de usinagem confirmam a tendência de utilizar altas rotações e pequenos avanços, vindo ao encontro de Wright e Cumming (1969). Porém, não foi detectada geração de calor expressiva, fato que deve ser melhor investigado em usinagens mais longas. Em geral, as usinagens feitas com rotação de 6.000 RPM apresentaram o pior acabamento, inclusive destruindo a integridade das espumas, especialmente as de baixa densidade, como a D20, D26 (figura 06) e D33.

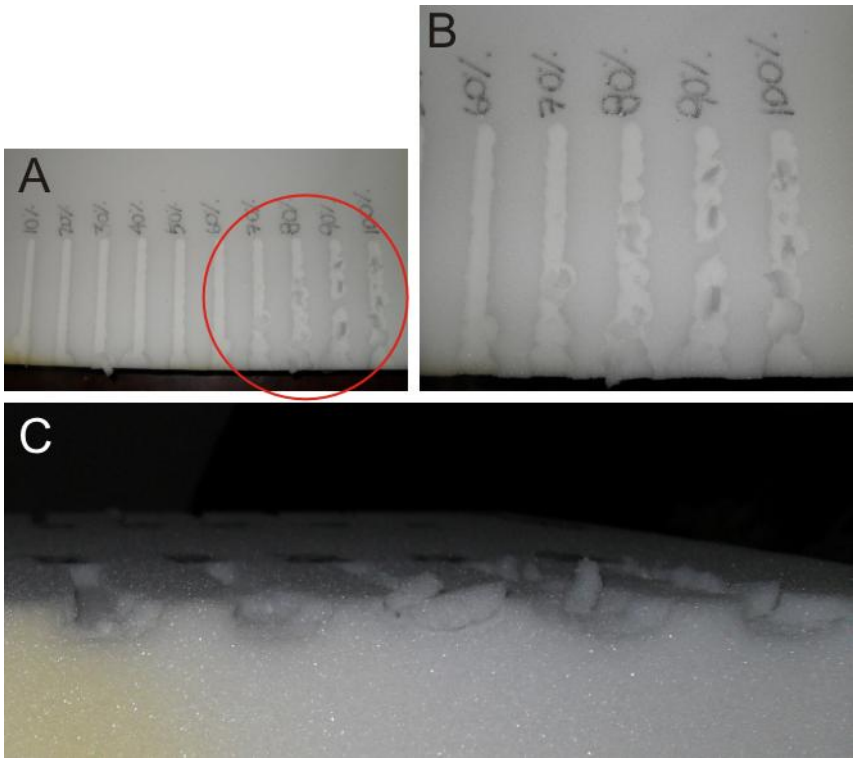


Fig 06: Corte na espuma D26 com rotação de 6.000 RPM e alto avanço. (A) vista geral da espuma com todos os avanços; (B) região de maiores avanços e (C) vista lateral da região danificada.

As usinagens com rotação de 12.000 RPM apresentaram resultados levemente superiores aos de 6.000 RPM, mas ainda aquém do esperado. Com velocidades intermediárias as espumas de mais alta densidade (D45, D50 e D60) já começaram a apresentar bons resultados. Com 12.000 RPM e avanço na casa de 2.800 mm/min estas apresentaram cortes mais contínuos, gerando cavaco mais longo, conforme observa-se na figura 07.

Fig 07: Corte na espuma D45 com rotação de 12.000 RPM e avanço de 2.800mm/min.

Resultados satisfatórios foram obtidos com rotações de 18.000 e 24.000 RPM, porém, com a alta rotação as espumas de baixa densidade apresentaram uma tendência ao arrancamento de material, especialmente na entrada da ferramenta. Para as espumas de alta densidade, o avanço de 2.000mm/min gerou ótimo acabamento (Fig 08).

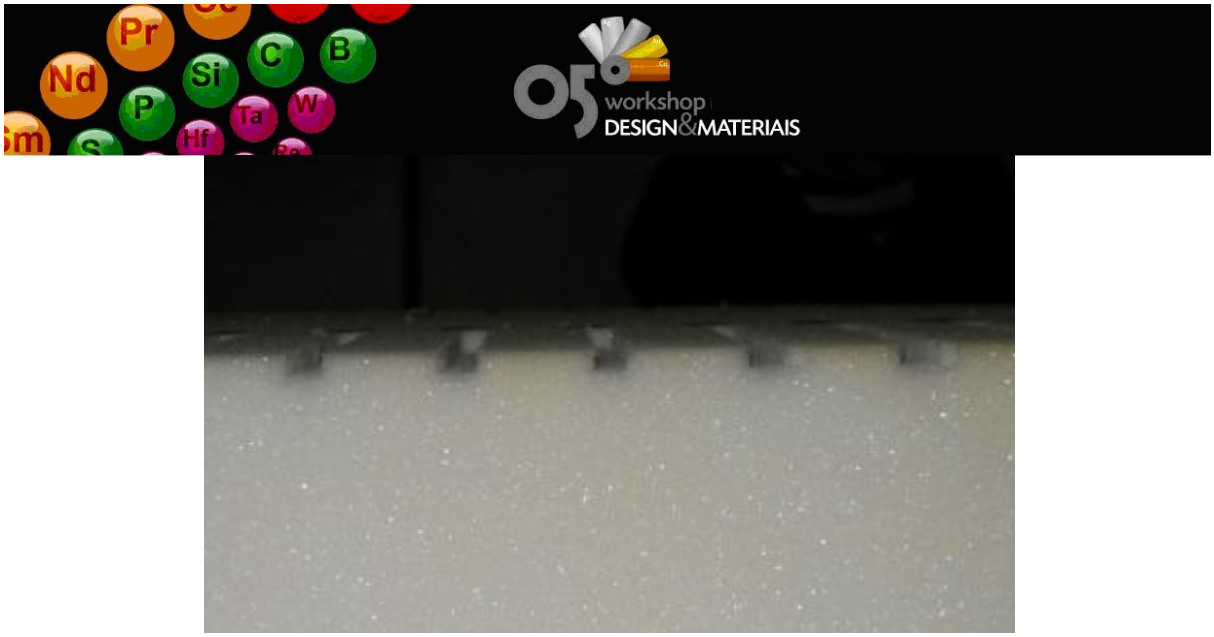


Fig 08: Corte na espuma D45 com rotação de 18.000 RPM e avanços entre 1.600 e 3.200 mm/min.

Conclusões

As espumas com baixo IFD são mais facilmente deformáveis e de mais difícil corte, sendo assim mais sensíveis aos parâmetros de usinagem. Neste sentido, tais espumas não podem ser cortadas satisfatoriamente com avanços altos, pois há uma excessiva deformação e quando o corte é realizado acaba por destruir a superfície da espuma. Assim, para estas, o avanço foi predominante em relação à rotação. A espuma D20 apresentou bastante dificuldade de ser cortada com bom acabamento, sendo os melhores resultados obtidos com avanços de 2.000mm/min e rotações entre 12.000 e 18.000 RPM. O mesmo ocorreu para a D26, enquanto que a D33 já pode ser cortada com velocidades levemente superiores.

As espumas com mais alto IFD, analogamente, permitiram maiores velocidades, com rotações de 18.000 a 24.000 RPM e avanços de 2.000 a 2.800 mm/min. As espumas D45 e D50 apresentaram as melhores condições de acabamento e velocidade. Já a D60 não seguiu o mesmo padrão esperado, fato atribuído a sua densidade e IFD fora dos valores nominais.

O presente trabalho comprova a viabilidade da produção de assentos personalizados através da usinagem CNC convencional de espumas de poliuretano, utilizando ferramentas comerciais e não especializadas. Cabe salientar que mais estudos deverão ser realizados, especialmente no que tange a transferência de calor em processos mais longos.

Referências

ALAUDDIN, M.; CHOUDHURY, I.A.; EL BARADIE, M.A.; HASHMI; M.S.J. Plastics and their machining: a review. Journal of Materials Processing Technology 54 (1995) 40-46.

ATKINS, Tony. Optimum blade configurations for the cutting of soft solids. Engineering Fracture Mechanics 73 (2006) 2523–2531.

ATKINS, A.G.; Xu, XIANZHONG. Slicing of soft flexible solids with industrial applications. International Journal of Mechanical Sciences 47 (2005) 479–492.

BATISTA, Vilson João; SILVA, Fábio Pinto da; KINDLEIN JUNIOR, Wilson; MORAES, Helton Scheer de; BERSCH, Rita de Cássia Recziegel. Fabricação de assentos personalizados via modelagem em gesso, digitalização 3D e usinagem CNC. In: V Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação. ABM: Belo Horizonte, 2009.

BRIENZA, David M.; BRUBAKER, Clifford E.; MCLAURIN, Colin A.; CHUNG, Kao-Chi. A manufacturing system for contoured fo cushions. Journal of Rehabilitation Research and Development Vol. 29 No. 4 1992.

CHOW W. Mechanical properties of gels and other materials with respect to their use in pads transmitting forces to the human body [dissertation]. Ann Arbor (MI): Univ. of Michigan, 1974.

CHUNG K-C. Tissue contour and interface pressure on wheelchair cushions [dissertation]. Charlottesville (VA): Univ. of Virginia, 1987. 5. Sprigle SH, Chung K-C, Brubaker CE. Factors affecting seat contour characteristics. J Rehabil Res Dev 1990;27(2): 127-34.

DA SILVEIRA, G., BORENSTEIN, D., & FOGLIATTO, F. Mass customization: Literature review and research directions. International Journal of Production Economics, 72(1), 1 –13, 2001.

DHOKIA, Vimal G.; KUMAR, Sanjeev; VICHARE, Parag; NEWMAN, Stephen T. An intelligent approach for the prediction of surface roughness in ball-end machining of polypropylene. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing 24 (2008) 835–842.

FALLER, Roberto da Rosa; SILVA, Fábio Pinto da; KINDLEIN JR, Wilson. A Utilização da Usinagem em Altíssimas Velocidades com Quatro Eixos no Design de Produto. Anais do P&D Design. Curitiba, 1996.

FEITZINGER, E., & Lee, H. L. Mass customization at Hewlett-Packard: The power of postponement. Harvard Business Review, 75(1), 116–121, 1997.

FERRARESI, Dino. Fundamentos da Usinagem dos Metais. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

FREDRIKSSON, P.; GADDE, L.-E. Flexibility and rigidity in customization and build-to-order production. Industrial Marketing Management 34 695– 705, 2005.

JIAO, J., QUINHAI, M., & TSENG, M. Towards high value-added products and services: Mass customisation and beyond. Technovation, 23(10), 809–821, 2003.

JIAO, J.; TSENG, M. M. Customizability analysis in design for mass customization. Computer-Aided Design 36 745–757, 2004.

KABAYASHI, A. Machining of Plastics, McGraw-Hill, New York, 1967.

PINE, B. Joseph. Personalizando produtos e serviços: customização maciça. São Paulo: Makron Book, 1994.

OSWALD, S., & BOULTON, W. Obtaining industry control: The case of the pharmaceutical industry. California Management Review, 38(1), 138– 162, 1995.

PRESTON, E. CAD/CAM systems: justification, implementation, productivity measurement. Nova York: Marcel Dekker, 1984.

SHIH, Albert J.; LEWIS, Mark A.; STRENKOWSKI, John S. End Milling of Elastomers— Fixture Design and Tool Effectiveness for Material Removal. Journal of Manufacturing Science and Engineering February 2004.

SPRIGLE SH, CHUNG K-C, BRUBAKER CE. Factors affecting seat contour characteristics. J Rehabil Res Dev 1990;27(2): 127-34.

VICKERSTAFF, T.J.; GINDY, N.Z. Orthogonal machining of polymers, Proc. 21st Int. MTDR Conf., Swansea, 1980.

WRIGHT, P.; CUMMING, A. P. C. Soft Polyurethane Materials. Gordon and Breach: New York, 1969, 66-68.

workshop DESIGN&MATERIAIS

BIOJOIA: APLICAÇÃO DE MATERIAIS NATURAIS NA JOALHERIA

André Carvalho Mol Silva
Lia, Paletta, Benatti

Universidade do Estado de Minas Gerais

Resumo

Atualmente, com toda a atenção que governos e empresas dão a produtos e processos que não agridem o ambiente, cresce a demanda por produtos naturais ou minimamente processados. O presente artigo apresenta uma análise sobre a expansão do mercado de Biojoia, a utilização neste segmento de processos e materiais de origem natural como sementes, fibras, pigmentos entre outros, no desenvolvimento de acessórios de moda.

Palavras-chave: Biojoia; Matéria-prima natural; Design de joias.

Abstract

Currently, with all the attention that governments and companies give to products and processes that do not harm the environment, growing demand for natural products and minimally processed. This article presents an analysis about the expansion of the bio-jewels, use this segment of the processes and materials of natural origin such as seeds, fibers, pigments, among others, on the development of fashion accessories.

Keywords: *Bio-jewel; natural material; jewel design*.

1. Introdução

Atualmente são consideradas Biojoias, acessórios de moda como colares, brincos, pulseiras, etc., produzidos a partir de matéria-prima natural como sementes, fibras, coco, entre outros.

Segundo PEZZOLO (2009): “A Bijuteria nasceu no século XVIII, quando imitações de jóias com pedras falsas bem escolhidas, eram usadas pelas classes alta e média emergentes como medida de segurança, principalmente em viagens. Atravessou o século XIX como réplica de peças valiosas e só no século XX (mais precisamente nos anos 1920) se impôs por mérito próprio”. Hoje a mistura de materiais, seja para baratear um produto ou ao contrário, agregar valor a outro, é muito comum. A Biojoia é considerada um segmento entre a joia e a bijuteria, pois trabalha com matérias-primas naturais, que em sua maioria apresentam baixo custo. Mas, muitas vezes, encontramos peças que agrupam além de sementes, fibras, metais nobres e pedras preciosas.

A Biojoia não é um segmento novo, mas desde que o mundo vem concentrando esforços em produtos que, além de gerar lucro, sejam ecológica e socialmente corretos, ela vem ganhando cada vez mais espaço. De acordo com OKAMOTTO (2008): “Por mais paradoxal que possa parecer, o galopante processo de globalização valorizou o fazer manual. O artesanato, hoje, é a contrapartida à massificação e à uniformização de produtos globalizados, promovendo ao mesmo tempo o resgate cultural e a identidade regional”.

Observando esta abertura de mercado, artesãos, designers e empresas aproveitam para inserir novos produtos neste segmento, que apresenta uma abordagem diferenciada dada a utilização de materiais que exigem processos especiais em toda a cadeia produtiva, onde é indispensável o cuidado na definição de tais processos para que não sejam alteradas nenhuma das características que tornam estes materiais o principal diferencial percebido no segmento.

2. Metodologia

Para realizar os objetivos definidos foi proposto o desenvolvimento de um estudo exploratório-descritivo. De acordo com GIL (1996) e MARCONI & LAKATOS (2003), estudos exploratório-descritivos objetivam descrever completamente determinado fenômeno que envolva análises empíricas e teóricas, proporcionando maior familiaridade com o problema de modo a torná-lo explícito, facilitando o aprimoramento de idéias.

Para entender melhor o mercado da Biojoia no Brasil e como matéria-prima influencia na percepção de valor pelo consumidor, foram observados empresas que atuam neste segmento e como elas comercializam tanto o produto final como os insumos para sua produção.

Os estudos de caso foram desenvolvidos de acordo com a metodologia proposta por GIL (1996), que determina o cumprimento de quatro parâmetros: delimitação da unidade-caso, coleta de dados, análise e interpretação dos dados e redação.

- Delimitação da unidade-caso: o mercado da Biojoia no Brasil e exemplos de profissionais atuantes nesta área.

- Coleta de dados: foram consultados livros, artigos científicos, websites e materiais didáticos buscando identificar os produtos alvo do estudo desse trabalho – a aplicação de materiais naturais de origem nacional no mercado da Biojoia.

- Análise e interpretação dos dados obtidos: a partir da análise e da interpretação é possível chegar ao desenvolvimento e conclusões da pesquisa.

- Redação do artigo: para a redação do artigo foram escolhidos os pontos mais relevantes da pesquisa e após a coleta e a análise dos dados chegou-se a conclusão.

3. Desenvolvimento

3.1 BIOJOIA NO BRASIL

Segundo KRUCKEN (2009) “os produtos locais são manifestações culturais fortemente relacionadas com o território e a comunidade que os gerou. Esses produtos são os resultados de uma rede, tecida ao longo do tempo, que envolve recursos da biodiversidade, modos tradicionais de produção, costumes e também hábitos de consumo”. Assim, a Biojoia no Brasil é um reflexo da influência da cultura indígena, onde adereços com elementos da natureza, utilizados para afastar maus espíritos, já eram produzidos antes do contato com os colonizadores (CARVALHO, 2010).

A Biojoia une a matéria-prima original do território brasileiro e os produtos de moda, ampliando a gama de produtos ecologicamente corretos. Atualmente este tipo de produto vem ganhando espaço no marcado internacional. Na cidade de Ribeirão Preto, por exemplo, mais de 90% da produção de Biojoias é exportada (RAMO JOALHEIRO, 2007).

Com a ampla oferta de matéria-prima, a produção de Biojoia no Brasil é crescente, mas ainda há grande dificuldade em encontrar fornecedores que ofereçam matéria-prima com qualidade.

E apesar de utilizar, em sua maioria, a matéria-prima natural isso nem sempre significa que um produto é sustentável. Segundo KRUCKEN (2009) a sustentabilidade engloba sempre 3 fatores: o produto, a comunidade e o lucro. Isto quer dizer que além de utilizar matéria-prima e processos de produção que não agridam o meio ambiente o produto deve ser socialmente correto, ou seja, trazer alguma contribuição para seu local de origem. E finalmente o produtor deve lucrar com este produto, de forma a conseguir o seu sustento e assim manter a produção.

3.2 MATERIAIS UTILIZADOS

“A evolução das jóias está estritamente ligada à arte das diferentes épocas, às técnicas inventadas, perdidas, reencontradas e melhoradas e aos materiais utilizados” (PEZZOLO, 2009). Os materiais e técnicas hoje utilizados na fabricação de biojoias, são bastante similares aos utilizados na joalheria artesanal, podem variar de acordo com a localidade e o conhecimento do artesão, mas pode-se definir alguns procedimentos mais comuns.

A definição dos principais materiais utilizados e os cuidados necessários (item 3.3) tem base na publicação do Sebrae: “Idéias de Negócios: Produção de Biojoias”. Isto dito, as principais matérias primas utilizadas na confecção de Biojoias são:

3.2.1 Sementes

As sementes podem ser utilizadas de acordo com a necessidade do artesão. Utilizando processos muito próximos ao da joalheria artesanal é possível, além de poder utilizar as sementes em sua forma natural, também tingir, usinar (fatiar, furar, transformar em cascalho) lixar e polir as sementes.

São exemplos de sementes muito utilizadas na fabricação de Biojoias:

- Açaí: encontrado em grande variedade na Amazônia, hoje é uma das espécies mais utilizadas na fabricação de Biojoias, pois aceita bem o tingimento nas mais diversas cores (figura 1), inclusive o branco, mas que, dependendo do produto utilizado pode deixar a semente quebradiça. Fácil de ser furada, pode ser usinada na forma de cilindro (canutilho) e cascalho.

Figura 1: Exemplo de aplicação de cor em sementes de açaí. A semente, naturalmente clara, possibilita o uso de uma ampla variedade de cores.

- Buriti (figura 2), proveniente de diversas regiões brasileiras tais como Maranhão, Pará, Bahia, Ceará, Distrito Federal, Tocantins, Minas Gerais, etc., cuja árvore, o buritizeiro, é denominada pelos indígenas de “árvore da vida”. Pode ser tingida, mas devido a sua coloração marrom, aceita apenas tons escuros.

Figura 2: Buriti

- Jarina (também conhecida como marfim vegetal), originária do norte da América do Sul, na região Amazônica. É utilizada em menor quantidade pois seu preço é maior, pode ser tinginda, mas a cor se fixa com mais

dificuldade, sendo por isso mais utilizada crua, e de alta dureza, dificultando a furação (figura 3).

Figura 3: Da esquerda para a direita: 1 – jarina rajada (com menos polimento), 2 – jarina branca polida e 3 – cascalho de jarina.

- Morototó: também conhecida como Mará-mará (figura 4) é uma pequena semente, amplamente utilizada por ser uma das menores disponíveis para a confecção de acessórios, 100g contém aproximadamente 12.000 sementes (NATURAL JOIAS, 2010). Porém seu tamanho pode dificultar a confecção de um conjunto grande de peças.

Figura 4: Morototó ou Mara-Mará

- Há também outras sementes disponíveis (figuras 5 e 6) também utilizadas para a confecção de Biojoias como: dedo-de-índia, paxiuba, jatobá, olho-de-boi, carnaúba, bacabá, olho-de-cabra, jupati, macaúba, patuá.

Figura 5: Da esquerda para a direita: 1 – Babaçu, 2 – Olho-de-cabra e 3 – Dedo-de-índia

Figura 6: Semente de jupati polida a esquerda, e a mesma semente fatiada a direita.

3.2.2 Fibras naturais

- Capim dourado: produzido no Jalapão (TO) e extraído uma vez ao ano, no período de setembro a novembro. Muito produzido para a confecção de pingentes. Atualmente o Capim Dourado é forte no mercado produzindo as mais diversas peças além de jóias (figura 7), como bolsas, calçado, etc.

Figura 7: Exemplo de uso do Capim Dourado na forma de um bracelete

- Juta: fibra têxtil vegetal, proveniente de climas úmidos e tropicais, introduzida no Brasil pela cultura japonesa e bastante utilizada nas atividades econômicas das populações ribeirinhas da Amazônia. Atualmente a Juta é amplamente utilizada para a confecção de embalagens, principalmente na área de Biojoia por seu aspecto rústico., sendo utilizada na sua cor natural ou com tingimento colorido.

Figura 8: Fio de juta à esquerda e embalagem com tecido de juta à direita.

- Coco: fruto do coqueiro, um tipo de palmeira que cresce em climas úmidos e quentes, cujo caroço, chamado de endocarpo, é a parte do fruto utilizada como insumo para Biojoia. Quando polido adquire a cor

marrom escuro, assim como a madeira é muito utilizado como pingente por conseguir um tamanho maior, mas também pode ser usinado em peças menores (figura 9).

Figura 9: Pingente de coco a esquerda e discos de coco a direita.

- Bambu: possui mais de mil espécies encontradas em sua forma nativa na maioria dos continentes. No Brasil é encontrado em praticamente todos os estados da federação.

QuickTime™ and a
TIFF (Descomprimido) decompressor
are needed to see this picture.

Figura 10: Canutilhos de bambu, polidos e furados, em vários tamanhos.

3.2.3 Madeira

Geralmente utiliza-se as madeiras menos nobres, oriundas de reflorestamentos, mas em algumas peças de biojóias é possível encontrar lâminas de madeiras retiradas de outras plantas como a tucumã, pupunha, mogno, imbuia, e outras, pela ampla utilização na região da Amazônia. Muitas

vezes os profissionais que trabalham com a Biojoia conseguem resíduos de madeireiras para utilizar na confecção de peças, mas a madeira conseguida como resíduo não é a ideal, podendo rachar dependendo do tipo de usinagem que recebe.

Figura 11: Exemplo de colares vendidos pela Villa Jequiti, produzidos com pingentes de madeira.

3.2.4 Pedras e outros

Turquesa, ametista, pedra-sabão, turmalina, água-marinha, etc. Além dos citados, há uma diversidade muito grande de outros insumos utilizados na criação de Biojoias, como por exemplo: abalone, couro, conchas, penas e escamas.

Também são utilizados insumos de descarte como, por exemplo, os chifres de animais abatidos em frigoríficos, além dos metais como o cobre, o ouro e a prata, que em geral agregam ainda mais beleza e valor aos elementos naturais.

3.3 CUIDADOS COM A MATÉRIA PRIMA

3.3.1 Desenho da peça

Esta etapa não diz respeito apenas a criação, mas também ao planejamento. O artesão idealiza a peça, pensando em estilo, nas sementes disponíveis e os resíduos que irá gerar ou poderá aproveitar com o tipo de peça que será criada. É comum acontecer o redesenho de peças que não foram vendidas para reaproveitamento do material.

Atualmente, cresce o trabalho conjunto do artesão com o designer na busca por produtos inovadores com diferenciais competitivos. O profissional de design contribui com processo criativo, auxilia na padronização dos produtos, com o foco no usuário, aliada à técnica produtiva do artesão. "A relação entre o designer e o artesão tem de ser de troca. Roupas e acessórios ganham elementos genuínos da cultura popular e a comunidade é estimulada a treinar olhar para a própria história" (OKAMOTTO, 2008).

3.3.2 Coleta dos insumos naturais

Nesta etapa o artesão colhe, ou compra de empresas especializadas, os insumos. Atualmente é possível comprar sementes naturais, sem qualquer beneficiamento, como também já furadas, polidas, tingidas e usinadas em formas padronizadas.

3.3.3 Tratamento dos insumos

- Secagem: se for necessário, o artesão fará a secagem de sementes ou outros elementos vegetais em estufa. É importante poder lançar mão de equipamento para controlar umidade, pois em excesso no armazenamento de sementes, pode criar um ambiente propício para fungos e insetos, mas também a semente com umidade menor que a recomendada pode rachar ao ser manuseada.

- Câmara de luz: os insumos naturais que precisam deste tipo de tratamento são colocados em câmaras de luz ultra violeta para eliminação de fungos, bactérias e insetos.

- Tingimento: processo de coloração dos insumos. Podem ser utilizados pigmentos químicos ou naturais, sendo que os últimos são mais aplicados devido à disponibilidade, adequação ao manuseio artesanal e maior aceitação entre os consumidores.

- Banhos em óleos naturais: Os insumos são banhados em óleos naturais para dar brilho e aumentar a durabilidade das peças. Esses procedimentos garantem o aspecto natural dos elementos, mesmo após processos de tingimento, agregando qualidade e durabilidade às Biojóias.

3.3.4 Separação dos insumos

O artesão organiza os insumos que serão utilizados, separando-os por espécie, dimensão, qualidade, acabamento (polido, fosco, usinado, cascalho, etc.), volume da aplicação na produção e coloração.

3.3.5 Montagem da peça

Nesta etapa os insumos são unidos de forma a reproduzir o desenho idealizado pelo artesão. É nesta etapa que o produto recebe a configuração final, responsável por despertar o interesse do consumidor, exigindo assim um cuidado especial pois uma montagem mal planejada ou configurada pode resultar uma resposta negativa nas vendas.

3.3.6 Armazenamento das sobras

Há sobras dos insumos que poderão ser utilizadas em outras peças. Esta etapa é muito importante. Se os insumos não forem bem armazenados poderão ser atacados por fungos, bactérias ou insetos, danificando o produto. Entretanto, é bom lembrar que certos materiais, como as sementes, por exemplo, quando atacadas por insetos podem apresentar veios que as tornam belas e únicas, lembrando apenas que é ideal que isto ocorra em de maneira controlada.

3.3.7 Embalagem

O artesão idealiza a embalagem e a produz (ou terceiriza a produção, se for o caso), que deve valorizar a peça. Contudo é um recurso pouco desenvolvido, pois os artesãos utilizam embalagens genéricas que servem mais para transporte e proteção do que para completar a Biojoia e agregar valor ao produto.

4. Conclusão

Com o crescimento do setor de Biojoia no Brasil, novos produtos vêm sendo criados a cada dia. Mas é de grande importância que artesãos e designers observem a aplicação dos materiais adequados em seu produto.

É preciso garantir uma matéria-prima de qualidade, com acabamento ideal para que dure tempo bastante com o usuário, e também um armazenamento correto para que a perda de material nesta etapa seja a menor possível.

Em seguida a escolha do material deve ser adequada ao conceito Biojoia. Consumidores deste tipo de produto esperam algo que remeta a natureza, ao meio ambiente e a produção sustentável. Logo, peças que se assemelhem às de plástico ou que não apresentem algumas características típicas dos materiais naturais, não despertam o interesse do público consumidor, que busca na Biojoia um diferencial em relação às bijuterias, ou mesmo, às joias convencionais.

5. Referências Bibliográficas

CARVALHO, Ricardo de. Para os amantes da natureza, as biojoias. Blog da La Luce Joias. Disponível em: <http://www.lalucejoias.com.br/blog/www.lalucejoias.com.br>. Acesso em 25/07/2010.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Editora Atlas S.A., 3ª edição, 1996.

KRUCKEN, Lia. Design e território: valorização de identidades e produtos locais. São Paulo: Studio Nobel, 2009.

LOPES, Maria Ângela Soares. Idéias de Negócios: Produção de Biojoias. SEBRAE. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/uf/piaui/ideias_negocio_pdf?id=E4E430F4B1B0CD4C832575C200517BCC&uf=19&filename=producao-de-biojoias&titulo=producao-de-biojoias> Acesso em: 19/07/2010.

MARCONI, Marina de Andrade e LAKATOS, Eva Maria. Técnicas de Pesquisa. São Paulo: Editora Atlas S.A. 3ª edição revista e ampliada, 1996.

NATURAL JOIAS. Portal da marca Natural Jóias de artigo para Biojoias. Disponível em: <www.naturaljoias.com.br> Acesso em: 21/07/2010

OKAMOTTO, Paulo. Artesanato é negócio. Artesanato: um negócio genuinamente brasileiro. Sebrae, volume 1, número 1, março de 2008.

PEZZOLO, Dinah Bueno. Por dentro da moda: definições e experiências. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2009.

RAMO JOALHEIRO. Jóias ecológicas brasileiras são sucesso no exterior. Disponível em: <http://www.ramojoalheiro.com.br/noticias/interna.asp?cod=568> Acesso em: 21/07/2010

ANÁLISE DE SIMILARES: SACOLAS PLÁSTICAS

Leciane Cristina Marcuzzo
Alberto Höher
Katia Osório
Daniel Andriotti
Tatiana Louise Avila de Campos Rocha
Liane Roldo
Wilson Kindlein Junior

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Resumo

O escopo desse estudo é a análise e comparações entre três amostras de sacolas plásticas confeccionadas com diferentes materiais em relação ao principal polímero constituinte de cada unidade. Foram avaliadas as reais composições das sacolas com as composições dadas pelos fabricantes, principalmente quanto ao quesito biodegradilidade e quanto as informações impressas nos invólucros, sendo que o resultado foi a não total conformidade entre as informações dadas pelos fabricantes e as características reais do material da sacola.

Palavras-chave: Materiais; Sacolas; Plástico.

Abstract

The aim of this study is to analyze and compare three different plastic bags samples, which were made from different materials. The analysis is related to the main matrix polymer of each sample. The real compositions were evaluated and compared with the ones expressed for the manufacturers, especially the biodegradability characteristic and the body bag pressed information. The result obtained reveals no match with the manufactures information and the real characteristics of the material.

Keywords: *Materials; Bags; Plastic*.

1 Introdução sobre sacolas plásticas no Brasil e no mundo

Durante muitos anos a humanidade desfrutou dos avanços tecnológicos que a ciência desenvolveu, houve o surgimento de mecanismos para facilitar o cotidiano das pessoas como carros, embalagens e utensílios domésticos para

a preparação e acondicionamento de alimentos, itens de vestuário, brinquedos e os mais variados componentes manufaturados utilizados para o conforto humano. No entanto, a muito pouco tempo a preocupação com a sustentabilidade tem tomado espaço. Todas as facilidades humanas que podem ser conseguidas através da síntese de combustíveis fósseis, principalmente o petróleo, são caracterizados pela sua não biodegrabilidade, devido à matéria prima ser de fonte não renovável e, além disso, finita.

Os plásticos são considerados substratos inertes, com índices de decomposição variáveis (quase desprezíveis) por elementos ambientais, como luz, umidade, calor e microrganismos. Quando degradados podem originar substâncias não inócuas, de prolongada persistência e de restrito controle ambiental (Forlin, 2002).

Nesse contexto, a discussão sobre a utilização de sacolas plásticas derivadas de fonte não renovável, foi um dos primeiros sinais de uma conscientização internacional acerca do impacto do consumo no ambiente. No momento em que se começou a discutir a quantidade de sacolas plásticas consumidas por cada pessoa e o impacto ambiental coletivo disso, passou-se a observar com mais atenção a importância da atitude individual para mudar o todo.

A discussão sobre sacolas plásticas, estas que levam aproximadamente 400 anos para degradar na natureza, se insere em uma discussão maior sobre sustentabilidade, uso de recursos naturais, consumo sustentável e racionalização de embalagens tanto no processo produtivo quanto no consumo final.

Entre 500 bilhões e 1 trilhão de sacolas plásticas são consumidas em todo o mundo anualmente. No Brasil, cerca de 1,5 milhões de sacolas são distribuídas por hora. O número aproximado de 1 bilhão de sacolas plásticas distribuídas por mês no Brasil diz respeito a sacolas disponibilizadas por todos os estabelecimentos que as oferecem, como supermercados, farmácias, lojas, papelarias, padarias e feiras livres (Cidadania ambiental).

O custo ambiental provindo da produção e utilização das sacolas plásticas é incontestavelmente alto, visto que a extração e refino do petróleo geram impacto na flora e fauna, gera também elevado índice de carbono armazenado, e esgotamento de recurso natural, e ocorrem emissões atmosféricas acompanhadas de geração de efluentes. Nos aterros sanitários e lixões, as sacolas impermeabilizam o solo, retém resíduos orgânicos e colaboram para a produção de gás metano (CH_4). Quando descartadas incorretamente contribuem para a poluição visual, impedem a drenagem das chuvas pelos bueiros, podem ficar presas em fios de alta tensão, pode ocorrer a ingestão por animais e passam a fazer parte da cadeia alimentar ou causar a morte dos animais.

Considerando algumas experiências internacionais sobre o tema, alguns países e cidades resolveram banir as sacolas plásticas, como a Índia, Taiwan, China, São Francisco (EUA), Bangladesh, Tasmânia e Manitoba (Canadá). Outros países e cidades decidiram cobrar pelas sacolas plásticas, dentre as quais podem ser citadas a Irlanda, Alemanha, África do Sul, Ontário e Toronto (Canadá) (Cidadania ambiental).

As questões sobre o meio ambiente têm despertado interesses e preocupações cada vez maiores, seja por parte da comunidade em geral, devido aos problemas diretamente ligados à qualidade de vida, seja por parte do setor produtivo empresarial, devido à possibilidade de qualificação de seus produtos (Manrich, 1997).

Recentes pesquisas apontam na substituição dos plásticos convencionais por plásticos biodegradáveis uma alternativa tecnológica para o futuro, uma vez que segmentos de mercado apresentam uma grande conscientização da população pela preservação do meio ambiente, resultando em ganhos ambientais, econômicos e sociais. Por outro lado, a pesquisa e o planejamento de embalagens com componentes que favoreçam a sua degradação ambiental é um desafio e um dilema para o setor industrial, pois envolvem itens que se contrapõem à função primordial da embalagem de proteção e manutenção da estabilidade do produto embalado (Forlin, 2002).

No Brasil, a tendência é a de utilização cada vez mais ampla das auto-declarações ambientais, buscando oferecer informações precisas, relevantes e de fácil entendimento para o consumidor, seja ele o consumidor final ou mesmo na relação B2B (*Business to Business*) (CEMPRE e ABRE, 2008).

2 Polímeros - visão geral

Os polímeros naturais ou sintéticos são constituídos essencialmente por macromoléculas formadas por unidades que se repetem dezenas e até milhares de vezes, ao longo de uma seqüência em cadeia. Em grego, muitas unidades repetitivas são chamadas de *poli* (muitas) e *mero* (unidades repetitivas), originando o termo *polímero*. Quando é necessária uma diferenciação, o termo *copolímero* é utilizado para aqueles que apresentam dois ou mais tipos diferentes de mero numa mesma molécula. As características dos polímeros variam muito, uma vez que dependem da natureza química e física das unidades repetitivas (Manrich, 1997).

Uma das características mais importantes dos polímeros é a das transições térmicas, que depende da composição química e da estrutura molecular e varia de acordo com estas. Essas transições fundamentais durante o aquecimento presentes nos polímeros são a temperatura de transição vítrea (T_g), característica da fase amorfa e temperatura de fusão (T_m), característica da fase cristalina. Em temperaturas abaixo da T_g, o polímero apresenta o comportamento mecânico de um vidro, ou seja, rígido e frágil (quebradiço). Acima da T_m, o polímero funde tornando-se um líquido. É importante observar que nem todos os polímeros apresentam essas duas temperaturas de transição (Manrich, 1997).

Os variados diferentes tipos de polímeros sintéticos são classificados com base em seu comportamento termomecânico em *elastômeros* e *plásticos*. Os plásticos por sua vez, são divididos em *termoplásticos* e *termofixos*.

3 O Plástico convencional, o oxi-biodegradável e o biodegradável

Enquanto o polímero é uma substância composta por moléculas caracterizadas pela repetição de uma ou mais unidades monoméricas, o

plástico é um material que contém como ingrediente essencial, uma ou mais substâncias poliméricas orgânicas de alto peso molecular, é sólido em seu estado final, e em alguma etapa de seu processo de transformação em produto final, pode ser moldado por estar fluido segundo ASTM D 6400.

Nas embalagens plásticas, o plástico que constitui o corpo da embalagem é representado por um triângulo eqüilátero, composto por três setas e um número de identificação ao centro. Esse símbolo é gravado de forma visível em algum lugar da embalagem a fim de facilitar, principalmente, o processo de reciclagem. Na Tabela 1 está representada a simbologia utilizada para a identificação de materiais plásticos, segundo a norma brasileira ABNT/NBR 13230.

1 PET	**PET ou politereftalato de etileno** Transparente e inquebrável o PET é uma material extremamente leve. Usado principalmente na fabricação de embalagens de bebidas carbonatadas (refrigerantes), além da Indústria alimentícia esta presente também nos setores hospitalar, cosméticos, têxteis, etc.
2 PEAD	**PEAD ou HDPE ou polietileno de alta densidade** Material leve, inquebrável, rígido e com excelente resistência química. Usado em embalagens de produtos para uso domiciliar como detergentes, amaciantes, potes, sacos e sacolas de supermercado. Seu uso em outros setores também é muito grande tais como em embalagens de óleo, bombonas para produtos químicos, tambores de tinta e peças técnicas.
3 PVC	**PVC ou PCV ou policloreto de vinila** Material transparente, leve, resistente a temperatura, inquebrável. Normalmente usado em embalagens para água mineral e óleos comestíveis. Além da indústria alimentícia é muito encontrado nos setores farmacêuticos em bolsas de soro, sangue e material hospitalar, e no setor de construção civil, principalmente em tubos e esquadrias.
4 PEBD	**PEBD ou LDPE ou polietileno de baixa densidade** Material flexível, leve, transparente e impermeável. Pelas suas qualidades é muito usado em embalagens flexíveis tais como: Sacolas e saquinhos para supermercados, leites e iogurtes, sacaria industrial, sacos de lixo, mudas de plantas, plasticultura, embalagens têxteis, etc.
5 PP	**PP ou polipropileno** Material rígido, brilhante com capacidade de conservar o aroma e resistente às mudanças de temperatura. Normalmente é encontrado em pecas técnicas, caixarias em geral, utilidades domésticas, fios e cabos, etc. Potes e embalagens mais resistentes

	PS ou poliestireno Material impermeável, leve, transparente, rígido e brilhante. Usado e potes para iogurtes, sorvetes, doces, pratos, tampas, aparelhos de barbear descartáveis, revestimento interno de geladeiras, etc.
	Outros tipos de plásticos Neste grupo estão classificados os outros tipos de plásticos. Entre eles: ABS/SAN, EVA, PA, etc. Normalmente são encontrados em peças técnicas e de engenharia, soldados de calçados, material esportivo, corpos de computadores e telefones, CDs, etc.

Tabela 1: Simbologia utilizada para a identificação de materiais plásticos conforme a norma brasileira ABNT/NBR 13230 [10], e uma breve explanação sobre cada símbolo.

Há no mercado atualmente, três tipos de plásticos utilizados na fabricação de sacolas: o convencional, o oxi-biodegradável e o biodegradável.

Os plásticos convencionais mais utilizados na confecção de sacolas são o polietileno de alta densidade (PEAD) e o polipropileno (PP).

A maioria dos plásticos produzidos no mundo é sintético, compostos derivados de petróleo e demoram de 200 a 400 anos ou mais para se degradarem. O problema maior dessa grande demanda é que estudos mostram que somente 15% dos plásticos de uso comum são reciclados, devido à dificuldade para separar a grande diversidade existente, custos de lavagem, contaminação de água/tratamento de efluentes, elevados custos de logística para transporte e manuseio desses materiais.

O plástico convencional é derivado do petróleo, portanto, de fonte não renovável, e não é considerado biodegradável pelas normas da ABNT sobre biodegradabilidade. Segundo a norma ABNT NBR 15448-1/2, é considerado biodegradável o material que tem 90% de seu carbono convertido em CO_2 em até 6 meses.

O plástico oxi-biodegradável é composto pelo plástico convencional acrescido de um aditivo, chamado d_2w® que acelera sua degradação no ambiente. O aditivo d_2w® é vendido por apenas uma empresa no Brasil, empresa essa que é representante oficial da inglesa *Symphony*, detentora da patente.

Os plásticos biodegradáveis e compostáveis, especialmente os oriundos de fontes naturais renováveis, tem sido um foco de interesse para o desenvolvimento de novas tecnologias que visam, entre outros aspectos, a preservação ambiental e a busca de potenciais alternativas de substituição de plásticos convencionais oriundos de fontes petrolíferas (Teixeira, 2007).

Os polímeros biodegradáveis constituem um campo altamente emergente. A biodegradação, de um modo geral, é um processo natural no qual as substâncias orgânicas expostas ao ambiente são transformadas em compostos simples e redistribuídas nos ciclos naturais como o de carbono, enxofre e nitrogênio (Teixeira, 2007). Os microorganismos desempenham

papel central nos processos de biodegradação, o conceito relativo a esse processo deve levar em conta também relações que independem dos microorganismos, tais como a fotodegradação, oxidação e hidrólise, fatores ambientais que podem alterar a estrutura da matriz polimérica.

Os chamados biopolímeros naturais são formados na natureza durante o ciclo de organismos envolvendo processos catalisados por enzimas e crescimento das cadeias por reações de polimerização (proteína, ácido nucléico, polissacarídeo). São exemplos os polissacarídeos como o amido, celulose, quitina, polipeptídeos (gelatina) e poliésteres como o PHB (poli-hidroxi-butirato) (Falcone et al., 2007).

Existem dois tipos principais de biopolímeros, os oriundos de organismos vivos, onde a síntese destes materiais envolve processos metabólicos complexos, por ocorrerem dentro de células, e os que necessitam ser polimerizados, mas são provenientes de recursos renováveis, ambos são utilizados para a produção de bioplásticos (Biopolymers and Bioplastics).

Exemplos de Biopolímeros oriundos de organismos vivos estão representados na Tabela 2 (Biopolymers and Bioplastics).

Biopolímero	Fonte renovável	Definição
Celulose	Madeira, algodão, milho, trigo	É o principal componente das paredes celulares das plantas.
Proteína da soja	Grãos de soja	Proteína que ocorre naturalmente na soja.
Amido	Milho, batata, trigo, mandioca	Polímero encontrado na forma de carboidratos armazenados no tecido da planta. Não é encontrado em tecidos animais.
Poliéster	Bactéria	Criado através de reações químicas naturais que ocorrem no interior das células de certos tipos de bactérias.

Tabela 2 - Exemplos de alguns biopolímeros originados de organismos vivos, suas fontes precursoras e breve definição de cada exemplo.

Exemplos de biopolímeros oriundos de moléculas polimerizadas provenientes de recursos naturais estão representados na Tabela 3 (Biopolymers and Bioplastics).

Biopolímero	Fonte renovável	Definição
Ácido Láctico	Beterraba, milho, batata	Produzido através da fermentação do açúcar armazenado, como na beterraba, ou convertendo o amido do milho e da batata, o que é polimerizado para produzir o ácido

		láctico que é um polímero utilizado na produção de bioplástico.
Triglicerídeos	Óleos vegetais	Largamente encontrado armazenado como lipídeos em células animais e vegetais. Óleos vegetais são uma possível fonte de triglicerídeos que podem ser polimerizados em bioplástico.

Tabela 3 - Exemplos de biopolímeros oriundos de moléculas polimerizadas provenientes de recursos naturais, suas fontes precursoras e breve definição de cada exemplo.

As maiores barreiras para a aceitação destes materiais como substitutos para os tradicionais polímeros não biodegradáveis estão no desempenho mecânico limitado e no alto custo destes biopolímeros, que chegam a valor quatro vezes superior que os polímeros tradicionais, fato ocasionado principalmente pelo baixo volume de produção e não propriamente pelo custo do material bruto. Uma exceção a este último tipo de limitação é o amido, o qual apresenta alta disponibilidade e renovabilidade. Quando convertido em um material termoplástico, mantém seu caráter biodegradável e constitui uma interessante alternativa para polímeros sintéticos onde longos períodos de uso não se fazem necessários (Teixeira, 2007; Falcone et al., 2007).

As resinas plásticas biodegradáveis se decompõem em torno de 12 meses, dependendo do meio em que se encontram. Em fossas sépticas, a perda de massa chega a 90% em seis meses, enquanto em aterros sanitários a degradação atinge 50% em 280 dias. Quando se decompõem, elas se transformam em gás carbônico e água, sem liberação de resíduos tóxicos (Vasconcelos, 2002).

O bioplástico em contato com um ambiente biologicamente ativo, ou seja, que tenha presença de bactérias e fungos, associado à temperatura e umidade, é transformado novamente em gás carbônico e água, concluindo o ciclo de vida sem impactar o meio ambiente. Quando utilizado nas compostagens, o bioplástico leva apenas 18 semanas para se decompor, virando lixo orgânico para adubação.

Segundo a norma ASTM D6400, que regula materiais biodegradáveis e é aceita em todo o mundo, um plástico biodegradável é um plástico degradável no qual a degradação (ocorrência de mudança química na estrutura frente a mudança no meio) é resultado da ação natural de microorganismos como bactérias, fungos e algas. Um plástico biocompostável é aquele que se degrada, através de processos biológicos durante a compostagem, em CO_2, água, compostos inorgânicos e biomassa, e não resulta em resíduo visível, aparente ou tóxico segundo ASTM D 6400.

4 Experimental

Neste estudo, serão analisados e diferenciados três tipos de plásticos utilizados na fabricação de sacolas: o convencional, o oxi-biodegradável e o

biodegradável. Será avaliado o tipo de polímero que compõe a matriz do plástico bem como parâmetros mecânicos de comportamento do plástico. O intuito do estudo é avaliar e comparar as características dos produtos com as características dos produtos declaradas pelos fabricantes, buscando informações precisas, relevantes e de fácil entendimento.

As amostras foram adquiridas no mercado local e selecionadas aleatoriamente conforme as definições explicitadas no próprio corpo das embalagens plásticas, como mostrados nas imagens das Figuras 1a, 1b e 1c.

Definiu-se como *Amostra 1* a sacola produzida a partir de plástico convencional, *Amostra 2* a sacola produzida com plástico oxi-biodegradável e *Amostra 3* a sacola produzida com plástico biodegradável, conforme Figura 2.

Figura 1a: Informações impressas na sacola de plástico convencional, definida como Amostra 1.

Figura 1b: Informações impressas na sacola plástica de plástico oxi-biodegradável, definida como Amostra 2.

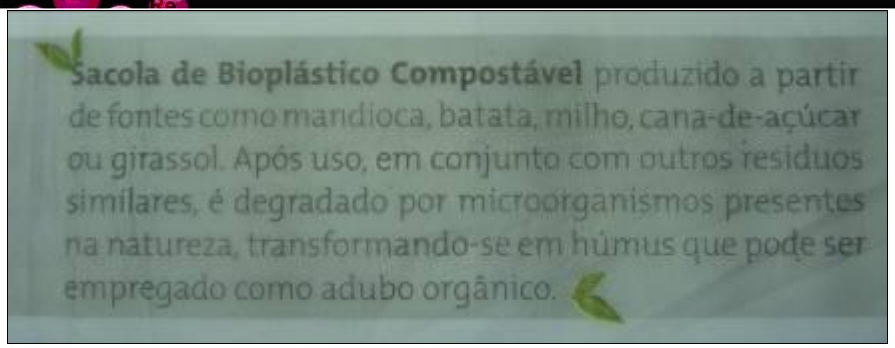

Sacola de Bioplástico Compostável produzido a partir
de fontes como mandioca, batata, milho, cana-de-açúcar
ou girassol. Após uso, em conjunto com outros resíduos
similares, é degradado por microorganismos presentes
na natureza, transformando-se em húmus que pode ser
empregado como adubo orgânico.

Figura 1c: Informações impressas na sacola plástica de plástico biodegradável, definida como Amostra 3.

Figura 2: Imagem das amostras utilizadas para a análise de similares. Amostra 1 representa a sacola de plástico convencional, a Amostra 2 representa a sacola de plástico oxi-biodegradável e a Amostra 3 representa a sacola de plástico biodegradável.

4.1 Ensaio FTIR

Os filmes originais foram analisados por FTIR, em espectrofotômetro de absorção no infravermelho por transformada de Fourier (Perkin Elmer) modelo Spectrum 100. A partir dos espectros obtidos foi realizada uma comparação com espectros de materiais poliméricos já conhecidos. A Figura 3 representa o espectro da Amostra 1, confeccionada em material plástico convencional. Foi verificada a concordância com as características dadas pelo fabricante, como sendo o polímero constituinte da matriz do plástico o polietileno (PE).

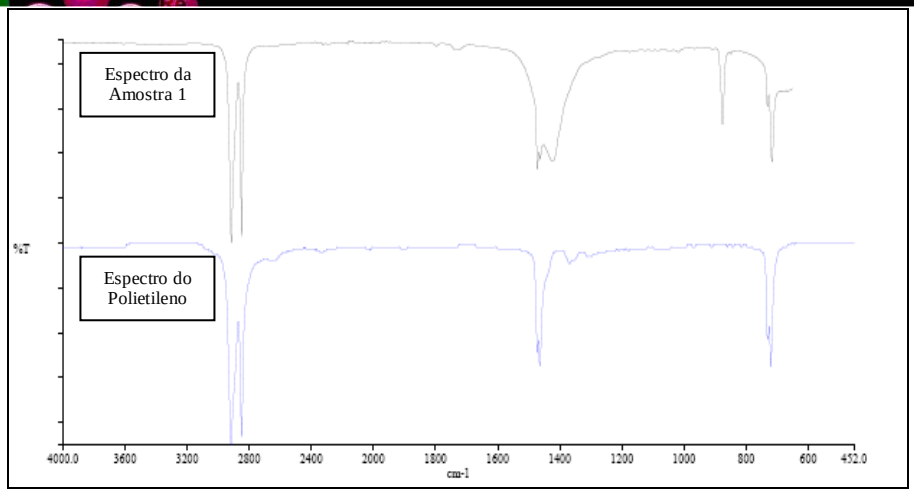


Figura 3: Representação comparativa entre o espectro da Amostra 1, confeccionada em material plástico convencional e o espectro do material W02065 MICROTHENE R 35020®, nome comercial de um plástico polietileno. Foi verificada a concordância de 99,3% com as características dadas pelo fabricante, como sendo o polímero constituinte da matriz do plástico o polietileno (PE).

A Figura 4 representa o espectro da Amostra 2, confeccionada em material plástico oxi-biodegradável, com a tecnologia d_2w®. Mediante a comparação entre o espectro da amostra e o espectro do polietileno (PE), verificou-se concordância com 99,5% de acuracidade.

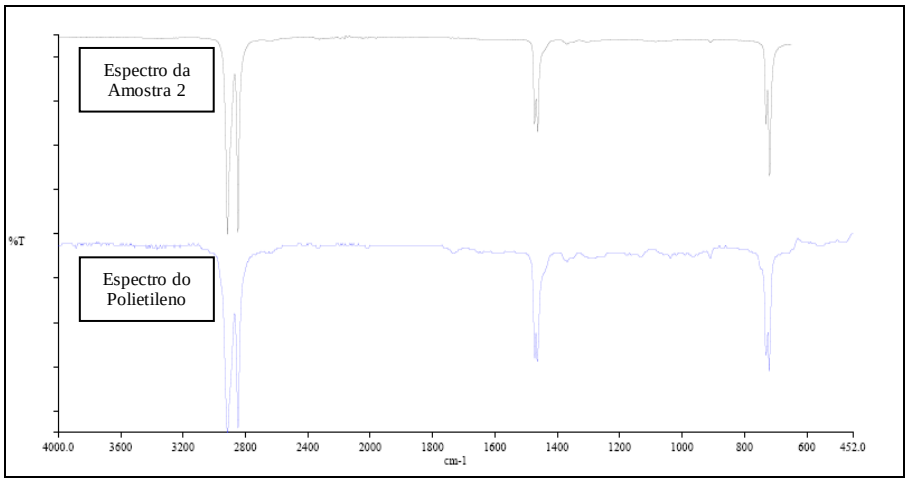


Figura 4: Representação do espectro da Amostra 2, confeccionada em material plástico oxi-biodegradável, com a tecnologia d_2w®, e comparação com o espectro do W00673 POLY(ETHYLENE)®, o polietileno (PE). Verificou-se concordância entre os dois espectros com 99,5% de acuracidade.

A Figura 5 representa o espectro da Amostra 3, confeccionada em material plástico biodegradável. O espectro da amostra não encontrou semelhante nos espectros para polímeros sintéticos. Foi necessário um

levantamento bibliográfico para encontrar um espectro próximo ao da Amostra 3. O espectro encontrado que justifica os picos mais importantes do gráfico representativo da Amostra 3 está representado na Figura 5, resultado de estudos sobre o polímero biodegradável poli(3-hidróxido de butirato) (P3HB) (Silva, 2009).

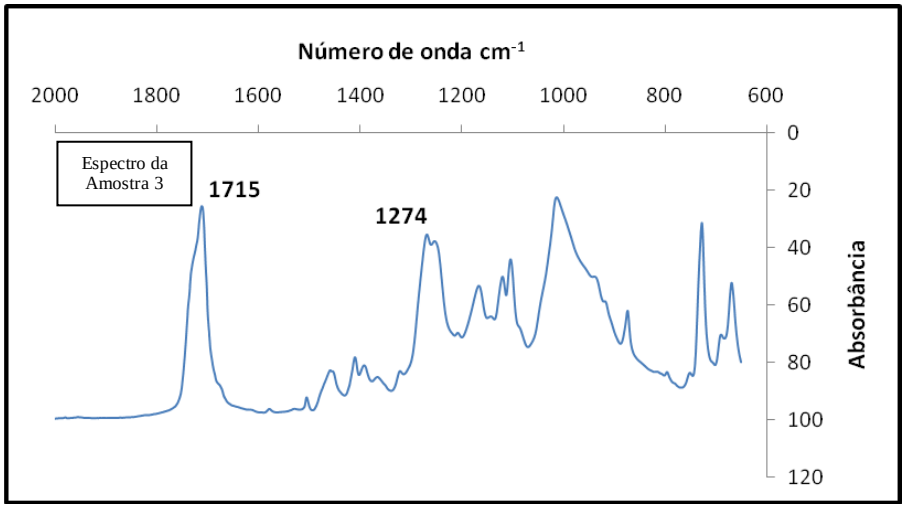


Figura 5: Espectro da Amostra 3, com destaque nas bandas fortes 1715cm^{-1} e em 1274cm^{-1} que compatibilizam com as bandas características dos poliésteres.

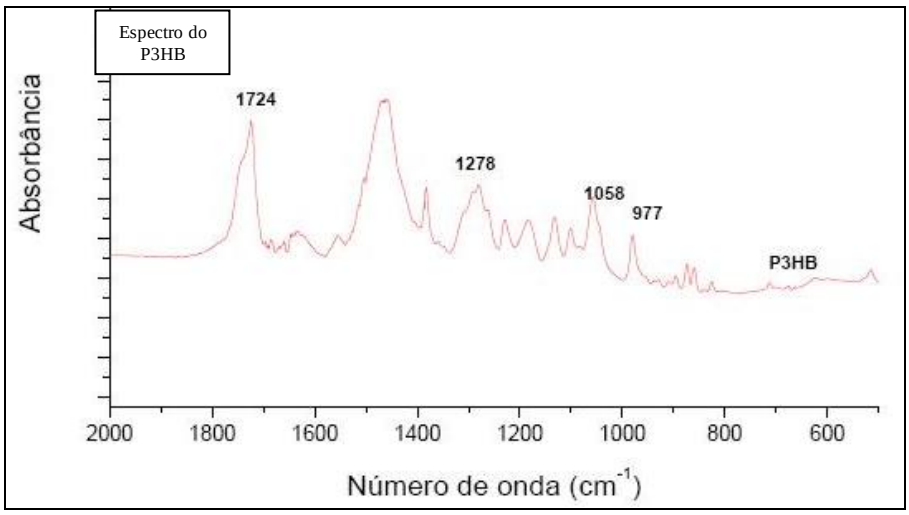


Figura 6: Espectro do polímero biodegradável poli(3-hidróxido de butirato) (P3HB), com destaque para as bandas fortes 1724cm^{-1} e em 1278cm^{-1}, características dos poliésteres (adaptado de SILVA, 2009).

Segundo Silva (2009), na Figura 6 existem bandas fortes em 1724cm^{-1} e em 1278cm^{-1}, associadas respectivamente ao estiramento do grupo C=O e ao estiramento assimétrico do grupo C-O-C, características dos poliésteres.

4.2 Ensaio mecânico de tensão e deformação total

Os filmes poliméricos constituintes das Amostras 1, 2 e 3, são materiais isotrópicos, ou seja, materiais com as mesmas características em todas as direções ou, expresso de outra maneira, material com características simétricas em relação a um plano de orientação arbitrária.

Para a avaliação mecânica desses filmes poliméricos, utilizou-se a norma ASTM D-882-02, que trata de um método utilizado na determinação de propriedades de tensão de filmes poliméricos, testados sob condições definidas de pré-tratamento, temperatura, umidade e velocidade de teste da máquina utilizada.

Na norma estão definidos importantes termos relacionados com as propriedades de tensão, como a própria *Tensão* ou *Tração* que é a carga por unidade de área da seção transversal inicial. É expressa em unidade de força, por unidade de área: geralmente *kgf/cm*^{2} ou *lbf/pol*^{2}, a *Resistência à Tração* que é a máxima tensão suportada pelo corpo de prova durante o teste. Quando ocorre na quebra, deve ser chamada de "Resistência à Tração na Ruptura", e o *alongamento* que é o aumento no comprimento do corpo de prova determinado através da distância final entre as garras que prendem o corpo de prova na máquina de ensaio, menos a distância inicial. É expresso em porcentagem do comprimento original, podendo-se também expressar em *cm* ou *mm*.

O teste foi realizado no Laboratório de Cerâmicas - LACER da UFRGS utilizando amostras de três diferentes materiais, representadas como A1, A2 e A3, sendo que A1 representa a amostra retirada da sacola confeccionada com plástico convencional, A2 retirada da sacola confeccionada com plástico oxi-biodegradável e A3 uma amostragem da sacola de plástico biodegradável.

Foram obedecidas as seguintes condições para o teste:

- Largura do corpo de prova (L): 5 < L < 25,4 (mm)
- Comprimento do corpo de prova: 50 (mm)
- Espessura do corpo de prova: T > 0,0025 (mm)
- Quantidade de corpos de prova: 5 de cada diferente material

Os ensaios de tração foram executados na máquina universal de ensaios ATS modelo 1105-C (Figura 7), com uma célula de carga de 100Kg adequada ao dispositivo de teste.

Figura 7: Máquina universal de ensaios ATS modelo 1105-C.

A espessura média dos diferentes materiais A1, A2 e A3 foi mensurada com Micrômetro externo analógico modelo Mitutoyo 0-25mm x 0,01mm. Os valores encontrados estão representados em milímetros na Tabela 4.

Espessura (mm)		
A1	A2	A3
0,012	**0,012**	**0,044**

Tabela 4: Espessuras dos filmes poliméricos A1, A2 e A3, expressas em milímetros.

Para calcular a carga de ruptura e a tensão de ruptura, os parâmetros medidos foram:

- Carga em gramas (g)
- Dimensões Espessura (E) e Largura (L) em milímetros (mm)
- Fórmula para o cálculo da área:
  Área $= E \times L = A[mm^2]$
  [1]
- Fórmula para o cálculo da tensão de ruptura:
  Tensão $= \frac{[gf] \times 1000}{[mm^2]} \rightarrow \frac{[Kgf] \times g}{[mm^2]} \rightarrow \frac{[N]}{[mm^2]} \rightarrow MPa$ [2]

Os valores obtidos através de ensaio mecânico para a carga de ruptura, expressa em gramas, aplicada em cada corpo de prova estão representados na Tabela 5, bem como a carga de ruptura média obtida para cada material.

Carga de Ruptura (g)			
Medidas	**A1**	**A2**	**A3**
M1	530	1100	890
M2	660	910	720
M3	660	990	870
M4	650	970	820
M5	670	920	850
M Médio	**634**	**978**	**830**

Tabela 5: Carga de Ruptura (g) expressa pelos corpos de prova dos diferentes materiais A1, A2 e A3, e a carga de ruptura média de cada material.

As cargas de ruptura proporcionais à espessura de cada material A1, A2 e A3 estão representadas na Tabela 6.

Carga de ruptura proporcional à espessura			
	A1	**A2**	**A3**
Medidas	**5,28**	**8,15**	**1,89**

Tabela 6: Cargas de ruptura proporcionais à espessura de cada material A1, A2 e A3.

As tensões de ruptura de cada material A1, A2 e A3 foram obtidas com a aplicação da fórmula matemática [2], e estão explicitadas na Tabela 7.

Tensão de Ruptura (MPa)			
	A1	**A2**	**A3**
Medidas	**32,39**	**49,97**	**11,57**

Tabela 7: Tensões de ruptura dos materiais A1, A2 e A3, representadas em MPa.

Os valores para o alongamento máximo, medido em milímetros, de cada corpo de prova, com dimensões 50mm x 16mm, dos materiais A1, A2 e A3 estão representados na Tabela 8. Na Figura 8a e na Figura 8b encontram-se registros de momentos do ensaio para verificação do alongamento máximo atingido pelo corpo de prova. Figura 6a representa o momento inicial enquanto a Figura 6b representa um momento intermediário onde o corpo de prova se encontra alongado antes de romper.

Alongamento máximo (mm)			
Medidas	**A1**	**A2**	**A3**
L1	120	145	340
L2	220	175	295
L3	245	170	405
L4	160	160	380
L5	225	180	375
M Médio	**194**	**166**	**359**

Tabela 8: Valores para o alongamento máximo (mm) de cada corpo de prova (50mm x 16mm) dos materiais A1, A2 e A3.

Figura 8a: Momento inicial do ensaio para verificação do alongamento máximo atingido pelo corpo de prova.

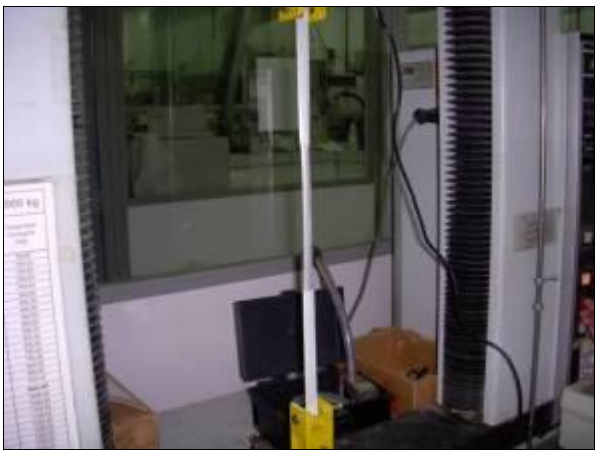


Figura 8b: Momento intermediário do ensaio para verificação do alongamento máximo atingido pelo corpo de prova alongado antes de romper. Figura 6a representa o momento inicial enquanto a Figura 6b representa um momento intermediário onde o corpo de prova se encontra alongado antes de romper.

5 Análises e discussões

Na análise utilizando FT-IR, o espectro da Amostra 1 encontrou correspondência com as bandas do espectro do polietileno (PE), o que era esperado por se tratar de material definido pelo fabricante como sendo constituído de plástico sintético polietileno de alta densidade (PEAD). O plástico convencional é derivado do petróleo, portanto, de fonte não renovável,

e não é considerado biodegradável pelas normas da ABNT sobre biodegradabilidade.

O espectro da Amostra 2 também encontrou correspondência com as bandas do espectro do PE. O plástico oxi-biodegradável, material do qual é composto a Amostra 2, nada mais é que o plástico convencional acrescido de um aditivo que acelera sua degradação no ambiente. Segundo o fabricante, o aditivo é composto de 90% de resina plástica e 10% de antioxidantes, pró-oxidantes e acetato de manganês, que tem a propriedade de acelerar a oxidação do plástico. O aditivo é adicionado ao pelet de plástico na proporção de 1 para 99 partes. No entanto, a partir da interpretação do espectro da Amostra 2 e do estudo bibliográfico, tal plástico apresenta degradação primária dependente de qualquer combinação de luz, calor, estresse e ar, e os aditivos incluídos no plástico causam a oxidação do plástico, mas não elimina o polímero sintético do meio ambiente. Segundo a ABNT, a oxidação é caracterizada pela degradação causada pela ação do oxigênio, provocando a fragmentação do material. O material oxidado e em fragmentos não é efetivamente consumido por microorganismos presentes no solo, o que caracterizaria sua biodegradação, pois o material é originalmente derivado de combustível fóssil, o que não caracteriza um material como biodegradável pelas normas da ABNT sobre biodegrabilidade.

O espectro da Amostra 3, material definido como biodegradável pelo fabricante, não encontrou espectro correspondente dentre os polímeros sintéticos. Pode-se verificar a presença de bandas fortes que caracterizam o polímero poliéster, que é produzido por bactérias através de biossíntese direta de carboidratos de cana-de-açúcar ou de milho, ou de óleos vegetais extraídos principalmente de soja e palma e podem ser obtidos tanto através da síntese bacterial como através da síntese química, o que caracteriza o material como sendo proveniente de fonte renovável e a sua biodegrabilidade. No entanto a análise FT-IR foi inconclusiva com respeito a presença das outras bandas presentes. A presença de aditivos é inerente na estrutura da matriz polimérica de um plástico, e tais aditivos não são biodegradáveis. A Amostra 3 possui estrutura qualitativamente mista, com polímero biodegradável o que caracteriza o plástico como sendo biodegradável e aditivos não identificados que podem ou não ser biodegradáveis.

Os ensaios mecânicos de tensão e deformação total mostram que o material da Amostra 2, o plástico oxi-biodegradável, suporta maior carga antes de romper, apresentando uma tensão de ruptura de 49,97MPa. Em contrapartida o material da Amostra 3, o plástico biodegradável é o que apresenta a menor tensão de ruptura, com 11,57MPa. Quanto ao alongamento máximo das amostras, o material da Amostra 3 apresenta o maior valor, com 300mm enquanto o alongamento máximo da Amostra 2 é o menor com 113mm. Entre os materiais plásticos analisados, a maior elongação máxima está associada a menor tensão de ruptura, enquanto a menor elongação máxima está associada a maior tensão de ruptura. O plástico biodegradável foi o que apresentou as características mecânicas menos relevantes quanto em comparação com o plástico convencional e o oxi-biodegradável.

6 Conclusões

A comunicação é a chave para a mudança de comportamento na sociedade moderna em direção ao desenvolvimento sustentável e o setor produtivo tem dado importantes contribuições através dos mais variados mecanismos. Um exemplo é a rotulagem ambiental de produtos que se consolidou em diversos países através das auto-declarações. As auto-declarações ambientais que oferecem informações precisas, relevantes e de fácil entendimento para o consumidor final impressas nas sacolas plásticas necessitam de harmonização. Este estudo provou que nem sempre as características e classificação das sacolas plásticas declaradas pelos fabricantes são as que o produto realmente apresenta.

Os biopolímeros e bioplásticos são os alicerces para a criação de uma indústria de plásticos sustentável e possuem grande potencial de estudos para viabilização do seu uso. O setor produtivo investe no desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias sustentáveis pleiteando agregar valor e importância a marcas de produtos bem como contribuir para a consciência ecológica da população, mas ainda é deficiente na divulgação das informações pertinentes as tecnologias adicionadas aos produtos sejam estas importantes para a posterior reciclagem ou mesmo para a classificação geral da embalagem perante órgãos regulamentadores.

Segundo a análise de similares realizadas com as Amostras 1, 2 e 3, existe incoerência nas características e interpretações com relação aos materiais utilizados pelos fabricantes das sacolas plásticas e as legislações que definem os materiais e seus usos. Cabe aos órgãos regulamentadores padronizar e fiscalizar a correta utilização das informações junto ao setor produtivo e disseminar as mesmas informações junto a população para que a consciência ecológica seja atingida em todos os níveis da sociedade.

7 Referências

Associação Brasileira de Normas Técnicas (NBR); NBR 13230 - Reciclabilidade e identificação de materiais plásticos

ASTM International 2004 Designation: D 882-02; Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting

ASTM International 2004 Designation: D 6400; Standard Specification for Compostable Plastics

Biopolymers and Bioplastics. Types of Biopolymers. Government of Canada. Disponível em: <http://www.biobasics.gc.ca/english/View.asp?x=790>. Acesso em: 05 maio 2010.

BORSCHIVER Suzana; ALMEIDA Luiz F. M., ROITMAN Tamar. Monitoramento Tecnológico e Mercadológico de Biopolímeros. Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 18, nº 3, p. 256-261, 2008

CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem e ABRE - Associação Brasileira de Embalagem. A Rotulagem Ambiental Aplicada às Embalagens. 2008. Disponível em: <www.cempre.org.br>. Acesso em 28 junho 2010.

Cidadania ambiental. Consumo consciente de embalagem. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso em: 27 junho 2010.

FALCONE Daniele M. B., AGNELLI José Augusto M., DE FARIA Leandro I. L. Panorama setorial e perspectivas na área de polímeros biodegradáveis; Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 17, nº 1, p. 5-9, 2007

FORLIN Flávio J., FARIA José de Assis F. Considerações Sobre a Reciclagem de Embalagens Plásticas. Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 12, nº 1, p. 1-10, 2002

MANRICH Sati, FRATTINI Gustavo, ROSALLINI Antonio Carlos. Identificação de Plásticos - uma ferramenta para reciclagem. Universidade de São Carlos, Ed. UFSCar, São Carlos, SP, Brasil, 1997

SILVA, Emerson Alves da. Desenvolvimento e caracterização de blendas de polímeros biodegradáveis e polipirrol. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo, Instituto de Física - Depto. de Física Geral, São Paulo, 2009

Tecnologia $d_2w^{®}$. Disponível em: <www.resbrasil.com.br>. Acesso em: 27 junho 2010.

VASCONCELOS Yuri; Plástico de açúcar; Revista: Pesquisa Fapesp – Ciência e Tecnologia no Brasil, Tecnologia, Edição Impressa 80 - Outubro 2002

workshop DESIGN&MATERIAIS

DESIGN SUSTENTÁVEL: PRODUÇÃO ARTESANAL COM RESÍDUOS VEGETAIS DO CERRADO MINEIRO

Nadja Maria Mourão
Michelle Hellene Machado de Souza
Jacqueline Avila Ribeiro Mota

Universidade Estadual de Minas Gerais - UEMG

Resumo

O aproveitamento de resíduos vegetais do Cerrado Mineiro no artesanato apresenta potencialidade para gerar renda com bases sustentáveis. Analisou-se o processo artesanal com resíduos vegetais através de levantamento e análise das principais matérias primas provenientes de espécies do Cerrado comercializadas e das técnicas de produção artesanal. Testes realizados indicaram novas possibilidades de uso para o artesanato e para o design, despertando novas possibilidades de aproveitamento e uso das espécies do Cerrado.

Palavras Chave: Cerrado Mineiro; resíduos vegetais; artesanato.

Abstract

The use of plant residues from Cerrado Mineiro in the handcraft shows potential for generating income on a sustainable basis. We analyzed the handcraft process with residue from a survey and analysis of key raw materials from Cerrado species traded and handcrafted production techniques.. Experiments indicated new possibilities of use for crafts and design, raising new possibilities for exploitation and use of species of the Cerrado.

Keywords*: Cerrado Mineiro; plant residues; handcraft.*

Introdução

Partindo do uso de resíduos vegetais como base para uma prática artesanal sustentável, o objeto desse estudo é o Cerrado de Minas Gerais e o estudo de seus frutos, sementes e resíduos vegetais como possíveis matérias primas para produção artesanal, que também impulsionem novos processos de produção ao Design e às demandas do artesanato mineiro.

O Cerrado é o segundo maior bioma no Brasil, cobrindo quase um quarto do território. Esse bioma é considerado mundialmente como uma área prioritária para conservação, isto é, de alta biodiversidade e ameaçada no mais alto grau ("hotspot"). Ameaçado porque embora o seu uso e manejo pelas populações tradicionais remontem 12 mil anos (RIBEIRO, 2005), ele se constituiu recentemente em uma grande fronteira agrícola que resultou em uma enorme perda da sua área original.

Desde sua origem a produção artesanal faz uso de matérias primas vegetais, como a juta, palha de milho, fibras de bananeiras, etc. Por sua vez, o mosaico vegetacional que constitui o Cerrado proporciona uma grande diversidade de formas e materiais. Os Resíduos vegetais são partes e produtos das plantas que naturalmente são lançadas no meio ambiente, sem a interferência abusiva ou destrutiva do ser humano. O reaproveitamento racional desse recurso tem perspectiva de propiciar um novo processo produtivo artesanal sustentável, inclusive enriquecendo as possibilidades de uso dessa matéria prima no Design Brasileiro.

O artesanato é uma grande fonte de renda e empregos no Brasil. De acordo com dados retirados do site Emprega Brasil, citando informações do Ministério do Desenvolvimento, o artesanato emprega a 8,5 milhões de pessoas e fatura R$ 28 bilhões por ano no Brasil; a atividade deixa informalidade e gera divisas, respondendo por 2,8% do PIB brasileiro. Esse é um setor importante para o crescimento do país e com perspectivas de expansão, tornando esse segmento um foco para a promoção de atividades produtivas sustentáveis, e que dêem impulso à educação ambiental.

Materiais e Métodos

A metodologia consistiu de pesquisa bibliográfica e de campo sobre o tema, com o registro das matérias primas vegetais comercializadas no Mercado Central de Belo Horizonte. Seguiu-se a análise dos dados e testes com algumas matérias-primas cedidas por colaboradores, previamente selecionadas de acordo com o resultado da pesquisa de adequação do material à prática artesanal.

Para os testes foram escolhidos alguns resíduos vegetais que se observou serem pouco explorados, tanto como matérias primas quanto por técnicas não utilizadas, especialmente os resíduos vegetais advindos do beneficiamento dos frutos e frutas do Cerrado. Testou-se as cascas e sementes do fruto do Jatobá, um tronco de madeira Pau – ferro, cascas do fruto do Chichá e cascas do fruto do Guatambu.

A ampla diversidade, qualidade e características dos resíduos vegetais levam a uma ausência de padronização quanto às ferramentas e técnicas

empregadas nesse tipo de produção artesanal, embutindo nesse processo um alto caráter de experimentação - afirmação comprovada pela pesquisa. Desta forma os testes se configuraram como experimentação, única para cada caso, adequando o uso de substâncias e técnicas às necessidades da matéria prima e do produto. Portanto, os próprios testes e metodologias se configuram como resultado, sendo relatados em resultados e discussão.

Resultados e Discussão

De acordo com Neto (2009) as principais matérias primas utilizadas no Brasil são: barro, couro, fibras, fios, madeira, metais, pedras, vidro e outros (onde estão incluídos os resíduos vegetais). Colocou-se em evidência, visto o tema da pesquisa, a produção artesanal proveniente de vegetais (fibras vegetais, fios, etc.)

O trabalho de trançar fibras vegetais é um legado do povo indígena brasileiro, resultando em produtos com fins utilitários, lúdicos e decorativos. Neto (2009) relata que as principais fibras vegetais utilizadas no Brasil são fibras da taboa, do buriti, do coco, da carnaúba, do babaçu, o sisal, a juta, o junco, o apuí, os cipós ou trepadeiras, o bambu, o vime, cascas e entrecascas, palha de milho, folha de bananeiras, etc.

Das citadas, três são nativas do Cerrado (não excluindo sua presença em outros biomas): a taboa, o buriti, babaçu (palmeiral). Algumas outras, mesmo não sendo do Cerrado, são cultivadas há tanto tempo que já fazem parte da cultura nas populações tradicionais. É o caso do milho e a bananeira.

A taboa (*Thypha* sp) é uma planta originária da América do Sul, encontrada em margens de ambientes lênticos, como lagoas, etc. É encontrado em restingas e a espécie *Typha dominguensis* em áreas alagadas do Cerrado, chamadas brejos (SEMATEC, 1999*).*

O trabalho artesanal com a fibra da taboa é antigo. Populações do interior de Minas apresentavam o hábito de extração dessa planta para a produção de paina para travesseiros e colchões. Sua fibra vegetal é usada na criação de uma grande variedade de cestos, bolsas, chapéus, chinelos, balaios, peneiras e outros objetos destinados aos mais diversos fins, como utensílios domésticos, enfeites e arranjos, uso e adorno pessoal e utensílios para a agricultura e criação de animais.

Sua extração muitas vezes acontecia de forma incorreta, alimentando o desmatamento. Hoje existem algumas iniciativas de resgate e reestruturação dos moldes de extração e produção artesanal com *Thypha sp.* Um deles acontece desde 2008, em parceria com o SEBRAE, no distrito de Maracangalha, município de São Sebastião do Passé, a 60 km de Salvador/BA. Associações, Orgãos governamentais, SEBRAE e prefeitura implantaram o Núcleo Produtivo de Artesanato em Taboa, que iniciou sua atuação na capacitação técnica dos artesãos locais para o trabalho com a taboa e sua posterior comercialização. Na questão ambiental, o projeto orientou para as boas práticas de extração e manuseio da planta.

No processo de produção artesanal com a fibra da taboa está a identificação da matéria prima, seleção da matéria prima, técnica de retirada das folhas, processo de secagem, utilização da fibra da taboa, preparação das

fibras, técnica de trançados, etc. São tapetes, bolsas, chapéus e uma série de outros objetos que passaram a ser comercializados pelos artesãos da comunidade, criando uma nova expectativa para a economia local.

As fibras vegetais comumente são utilizadas na confecção de cestarias e chapéus, tapetes e esteiras, móveis e objetos de decoração. Entre os principais processos produtivos estão à extração das fibras, seleção, às vezes cozimento (em soda cáustica, vapor, etc.), secagem, trama/entrelaçamento e acabamento.

Quanto aos fios, estes podem ser de origem animal ou vegetal. Dos de origem vegetal, temos o algodão, linho, juta e pita. Dentre os produtos feitos com fios encontramos a tecelagem (redes, mantas, etc.), rendas e crochês feitos a partir do fio, bordados sobre tecido, bonecas e brinquedos.

O artesão costuma participar de todos os processos referentes à produção artesanal com o algodão; desde o plantio e colheita, até cardar, fiar, tingir enovelar e tecer. O Cerrado e outros biomas do Brasil apresentam espécies de algodão, a exemplo o *Gossypium mustelinium* (espécie silvestre do Nordeste), mas espécies exóticas representam 98% da produção mundial (*Gossypium hirsutum e G. barbadense*). Essas espécies exóticas também são muito cultivadas em solo brasileiro.

A madeira está entre as matérias-primas com mais ampla utilização para fabricação artesanal, seja de forma isolada ou combinando com outros materiais. Há um acervo inesgotável de objetos produzidos com madeira. É muito comum à utilização de madeiras locais, como acontece com o Buriti no Cerrado. Dele se produz brinquedos, utensílios, móveis leves, e uma infinidade de outros produtos.

Na produção artesanal em madeira estão as esculturas e santerias, movelaria e objetos de decoração (incluindo brinquedos, pequenos objetos de madeira e marchetaria), luteria, construções e carpintaria naval.

Na classificação “Outros”, encontramos artefatos produzidos com os mais diferentes materiais, normalmente originados como resposta às necessidades e carências do homem. Comumente apresentam um alto grau de inovação e surpresa, que conferem aos produtos um alto grau diferencial. É habitual não se enquadrarem em ofícios tradicionais, e pela sua característica inovadora, tanto na utilização de novos materiais como nas técnicas empregadas na sua prática, não apresentam uma metodologia específica e única de produção.

Nessa categoria deparamos com produtos de material único ou mesclados, de borrachas, ceras e parafinas, materiais reciclados, materiais de procedência animal (penas, chifres, etc.), papel artesanal, e o que chamamos de resíduos vegetais.

Normalmente os relatos artesanais com resíduos vegetais apresentam uma forma generalista de tratar esse material, sem uma especificação clara de quais utilizar em quais casos. É comum, ao buscar um relato de como fazer um objeto decorativo com resíduos vegetais, encontrar “utilize diversos tipos de grãos, sementes e cascas secas que tiver em casa”. Nesse caso o processo artesanal acaba sempre por ter um caráter de experimentação.

Porém, existem no mercado alguns resíduos vegetais sendo comercializados. Um caso clássico é o da Sempre Viva, flor nativa do Cerrado que preserva sua forma original ao passar pelo processo de secagem.

Fez-se então um levantamento dos principais resíduos vegetais comercializados no Mercado Central de Belo Horizonte, compreendendo dois períodos: no início e no final do período da pesquisa. Há uma grande diversidade e quantidade de resíduos vegetais sendo comercializados no Mercado Central. São cores, tamanhos, formatos, texturas e durezas diferentes, oferecendo uma enorme gama de possibilidades para a produção artesanal.

No período em que se coletaram as informações, os estabelecimentos mantiveram uma grande movimentação de clientes em busca das matérias primas. Inclusive, durante a segunda coleta de dados, houve o esgotamento completo de uma matéria prima, denominada na cultura popular como "Lágrima-de-nossa-senhora", e as sementes (frutos) utilizadas para colares e bijuterias. A prova dessa demanda está no relato dos vendedores, quando inquiridos sobre a presença de alguns resíduos. Muitos materiais foram considerados "acabados", esgotado pelas vendas. São as cascas de semente de Jacarandá, Gingobiloba, Bate-caixa, Pé de coelho, Guatambú e Tridente. Desses, pelo menos os três podem estar presentes no Cerrado – Jacarandá, Bate caixa e Guatambu.

Não podemos afirmar porque muitas vezes o nome da semente no comércio de artefatos para artesanato, especificamente no Mercado Central de Belo Horizonte, não corresponde ao nome popular da planta. Isso aconteceu, por exemplo, com a semente gingobiloba (nomeada pela D. Ruth, proprietária de uma das lojas consultadas). A planta Ginkgo biloba, é uma planta antiga, chinesa, com semente muito diferente da encontrada no Mercado Central. Outras vezes simplesmente não encontramos nada na literatura que se assemelhasse com o nome encontrado com os vendedores. Foi o caso do Pé de coelho. Seria então muito importante acompanhar as coletas dessas matérias primas, bem como folhas, flores e frutos, e destiná-las a uma identificação botânica. Muitas vezes o resíduo vegetal é familiar aos olhos dos pesquisadores, visto algumas vivências no Cerrado anteriores ao projeto (caso do Tridente). Entretanto falta conhecimento técnico na área para uma identificação correta da origem do resíduo vegetal.

Acontece também de várias espécies possuírem o mesmo nome popular, como o Jacarandá. Jacarandá é um nome vulgar designado a diversas espécies, tanto com gênero *Jacaranda* quanto outros, como Dalbergia miscolobium, chamada popularmente de Jacarandá do cerrado. São nomes comuns a espécies diversas de duas famílias, Bignoniaceae e Fabaceae. Acontece que temos uma espécie exótica presente na região de Belo Horizonte. Jacaranda mimosaefolia é uma espécie de origem na Argentina, amplamente distribuída no Brasil. Há grandes possibilidades da casca encontrada no mercado ser dessa espécie, pela semelhança. Para confirmação seria necessário acompanhar a coleta, e com o auxílio de um botânico identificar a espécie. O Cerrado possui várias espécies com denominação de jacarandá, ocupando fitofisionomias distintas (RIBEIRO E WALTER, 1998 apud RIBEIRO, 2005). Como exemplos, no Cerradão temos *Dalbergia miscolobium* (jacarandá do cerrado) e *Machaerium opacum* (jacarandá muchiba), no Cerrado sentido restrito, o *Machaerium acutifolium* – jacarandá e *Jacaranda decurrens*, e em áreas de transição Mata atlântica/Cerrado (matas)

encontramos a espécie *Jacaranda cuspidifolia*, que apresenta fruto bem semelhante à espécie exótica *J. mimosaefolia.*

O Bate caixa e o Guatambu são comprovadamente espécies do Cerrado. Guatambu ou peroba, *Aspidosperma spp,* está presente na mata de galeria e mata ciliar de acordo com RIBEIRO E WALTER, 1998 apud RIBEIRO, 2005; alguns autores ainda citam Cerradão e Cerrado Sentido Restrito.

Duas plantas apresentam o nome popular de Bate caixa; *Salvertia convallariaeodora* e *Palicourea rígida.* Porém ambas estão presentes no Cerrado; a primeira aparece na literatura como presente em Cerradão e Cerrado Sentido Restrito e a segunda presente em Cerrado Sentido Restrito e Campo Sujo. Não foi encontrada para ambas uma imagem que pudesse servir de base para comparar com a matéria prima encontrada no Mercado. Entretanto em artigo pesquisado foi encontrado uma espécie, *Palicourea crocea,* apresentando fruto semelhante à imagem do resíduo Bate caixa, porém apresentando 5 pontas (Barbosa & Pereira, 2005). Através dessa semelhança deduzimos que o resíduo Bate caixa é possivelmente da espécie *Palicourea rígida.* O fruto de *P. crocea* muito se assemelha com um dos resíduos encontrados somente na loja Brugnara e Duarte, um resíduo parecido com o bate caixa, porém com 5 pontas. Existe então a possibilidade desse outro resíduo também ser de alguma espécie do gênero *Palicourea.*

Portanto, há uma comprovação de demanda para muitos resíduos vegetais provenientes do Cerrado, visto o esgotamento dessas matérias primas nos estabelecimentos comerciais pesquisados.

Muitos resíduos pesquisados não estavam presentes na segunda coleta de dados, mesmo o período do ano sendo o mesmo. Infelizmente não foi possível comprovar se a ausência dessas matérias primas se deve a mudança de fornecedor ou falta do resíduo vegetal no ambiente de coleta, pois não havia um vendedor qualificado a responder o questionamento.

Outras vezes, o vendedor não sabia nos responder se a ausência da matéria prima x era por esgotamento devido às vendas ou ausência do material com os fornecedores. Estas estão classificadas como “acabado ou em falta”. Encontramos espécies do Cerrado, como:

- *Sterculia striata* – chichá (presente nas mata ciliares)
- *Mauritia flexuosa* – buriti (presente em matas de galeria, veredas, palmeirais)
- *Guazuma ulmidifolia* – mutambo
- *Zeyheria digitalis* – bolsa de pastor (presente no Cerrado sentido restrito)
- *Dioclea latifólia* – olho de boi (presente na mata e no Cerrado sentido restrito)

Por último, existe uma possibilidade, ainda não confirmada, da matéria prima “Cazuarina” ser a semente da espécie *Casearia sylvestris,* presente no Cerradão. Ainda durante uma visita a campo no Cerrado do Estado de Goiás, para outros fins, foi encontrada a árvore da semente Chapéu de Napoleão. Porém não foi possível confirmar seu nome científico, e sua origem.

A pesquisa teórica e de campo averiguou que boa parte do que representa resíduos vegetais podem e são utilizados na produção artesanal.

São troncos, folhas, flores, cascas e principalmente sementes. O Cerrado representa um bom fornecedor dessas matérias primas, de acordo com a pesquisa bibliográfica e de campo.

O Cerrado por sua vez é um grande fornecedor de frutas. A cada dia surgem novas cooperativas e iniciativas de diferentes órgãos, públicos e privados, interessados em fazer dos recursos alimentares do Cerrado fonte de renda. Como prova disso encontramos os Cursos de Capacitação e Beneficiamento de Frutos e Frutas do Cerrado, promovido pelo CETEC (Centro Tecnológico de Minas Gerais) em parceria com órgãos públicos de municípios do interior de Minas Gerais. Nesta pesquisa, o "Projeto de Implantação de Unidades de Beneficiamento e Comércio de Produtos Oriundos da Base Produtiva Local" – Convênio nº 411/2007, celebrado entre o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome/MDS, a Prefeitura Municipal de Bonfinópolis de Minas e de Chapada Gaúcha e o Consórcio de Segurança Alimentar e Desenvolvimento Local/CONSAD Urucuia Grande Sertão Veredas – Programa Fome Zero, viabilizou-se os contatos com o material para pesquisa e com as comunidades locais. Neste projeto e em seus cursos, a comunidade local é capacitada a trabalhar com os frutos e frutas, desde a extração respeitando parâmetros ambientais até o beneficiamento final do produto, passando pela desinfecção e limpeza, e todo o processo envolvido na rotulagem e embalagem.

Os resíduos vegetais advindos do beneficiamento dos frutos e frutas do Cerrado representam uma diversa e rica matéria prima para a produção artesanal. Durante a pesquisa foi observado que, com raras exceções, pouco desse material é utilizado. No geral, as folhas e sementes preponderam no uso artesanal. Exceção se faz no uso do Buriti, do qual se aproveita praticamente tudo, das sementes ao tronco, passando pelas folhas. Durante a participação em um dos cursos promovidos pelo "Projeto de Implantação de Unidades de Beneficiamento e Comércio de Produtos Oriundos da Base Produtiva Local" – Convênio nº. 411/2007, celebrado entre o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome/MDS, a Prefeitura Municipal de Chapada Gaúcha e o Consórcio de Segurança Alimentar e Desenvolvimento Local/CONSAD Urucuia Grande Sertão Veredas – Programa Fome Zero, um senhor, Júlio Oliveira dos Santos – o Nenzinho, disse que do Buriti aproveita o caroço, polpa, óleo, folhas para telhados, madeira para móveis e pequenas construções, etc. No seu relato ele diz "se você quiser, eu faço uma casa inteira de Buriti..."

Para os testes, foram escolhidos (de acordo com a disponibilidade de colaboradores para o fornecimento dos materiais) alguns resíduos vegetais que se observou serem pouco explorados, tanto como matérias primas quanto por técnicas não utilizadas:

1. Casca e semente do fruto Jatobá

Durante a pesquisa de campo não foi encontrado a semente do jatobá para ser comercializada. Através de parceria com o CETEC, se adquiriu algumas matérias primas como o próprio Jatobá, além desse tronco de Pau ferro, planta nativa da região do Cerrado. Especialmente esse tronco se destinaria, como tantos outros, a alimentar as usinas de carvoaria da região de Bonfinópolis de Minas - MG. O tronco foi recolhido do chão, lavado e escovado.

Depois de seco foi envernizado com verniz spray para madeira, muito utilizado em práticas artesanais com resíduos vegetais. Por último foi decorado com sempre-vivas, folhas esqueletizadas, sementes de abacaxizinho e jatobá, com cola quente e verniz spray. A preparação da semente do jatobá consistiu:

- Separação da semente e da polpa,
- Polimento da semente e lavagem,
- Secagem da semente ao sol,
- Torrificação da semente em forno (180ºC),
- Pigmentação com urucum em pó e álcool (1 col. café p/ 1/2) - imerso por 15 minutos,
- Secagem ao sol (2 horas).

O resultado final do produto foi apresentado informalmente a uma especialista no comércio de produtos do gênero. Seu valor estipulado em mais ou menos 200 reais. Indagado sobre quando valeria para a carvoaria o tronco de Pau ferro sem ser trabalhado, um morador da região de Bonfinópolis respondeu que em torno de 10 centavos. Essa é uma prova de quanto o trabalho artesanal pode valorizar uma matéria prima e com isso reduzir a exploração indiscriminada de recursos naturais.

Figura 1: Tronco de madeira Pau-ferro decorado com folhas esqueletizadas e sementes de Jatobá.
Foto: MOURÃO, 2008.

2. Casca do Chichá

A semente do chichá pode ser usada como alimento, crua ou torrada. No processamento do fruto para a produção artesanal se seguiu o mesmo procedimento utilizado com o Jatobá, somado a um pequeno acréscimo de anilina durante a pigmentação. Isso porque a experimentação provou que o uso único do urucum como pigmento se mostrou ineficiente.

Por último foi decorado com favas, folhas pigmentadas, sementes diversas e jatobá, finalizando com cola quente e verniz spray. Cascas de Guatambu rasgadas e borrifadas com perfume finalizam o adorno. Acrescentando pequenas mensagens em papéis reciclados dobrados, o adorno vira um porta-mensagem.

Figura 2: Adorno feito com casca de Chichá. Foto: MOURÃO, 2008.

- Sementes em outros produtos artesanais que não bijuterias.

Em uma bolsa de tecido cru, sementes diversas, entre elas o Jatobá, foram coladas com cola quente, seguida de tratamento com verniz spray.
Borboletas de Casca de Guatambu foram o outro tipo de adorno confeccionado. A semente foi cuidadosamente aberta sem, contudo, descolar totalmente uma parte da outra. Com cola quente duas sementes foram unidas, como numa asa de borboleta. Usando tintas de acrilex alto relevo para artesanato foram desenhados motivos variados nas sementes, colados sementes (vermelhinha) e pequenos galhinhos como antenas.

Conclusão

A pesquisa bibliográfica sobre o artesanato forneceu relevantes informações não só sobre a sua importância econômica e cultural, como também sobre os processos artesanais, em especial os provenientes de materiais vegetais. Nela se percebeu a ampla gama de matérias primas, as suas diversas utilizações, além de algumas ferramentas e técnicas empregadas na produção artesanal com materiais vegetais.

A ampla diversidade de materiais e possibilidades de uso dos mesmos leva a uma ausência de padronização quanto às ferramentas e técnicas empregadas nesse tipo de produção artesanal, embutindo nesse processo um alto caráter de experimentação e por consequência inovação.

Ainda que haja uma ausência de padronização dos materiais, encontramos algumas matérias primas sendo comercializadas há certo tempo,

como as Sempre vivas. Diante disso, e com a intenção de identificar quais espécies do Cerrado e respectivas partes vegetais comercializadas, fez coleta de dados sobre as matérias primas vegetais comercializadas no Mercado Central de Belo Horizonte.

Os dados alcançados com a pesquisa bibliográfica e de campo indicaram uma predominância de comercialização de sementes e folhas, em detrimento de outras formas de resíduos vegetais. Ainda foi possível perceber que muitas espécies do Cerrado já são utilizadas, como a Bate caixa, o Jacarandá, o Guatambu e o Buriti. O número de resíduos vegetais provenientes de espécies comumente exploradas na alimentação, como a Mangaba ou a Curriola, foi inexpressivo, a exceção do Buriti e Chichá. A exploração de frutos do Cerrado tem crescido comercialmente, e os resíduos gerados pelo seu processamento podem representar novas e ricas alternativas de matérias primas para a produção artesanal.

Houve uma grande dificuldade na identificação de que espécie advém o resíduo vegetal, pois muitas vezes o nome popular faz referência a amplas espécies, e nesse caso há um fator importante. O não conhecimento da espécie pode implicar numa super exploração da matéria prima, causando um prejuízo ecológico mais sério. O resíduo vegetal é de fundamental importância no processo de ciclagem de nutrientes para o solo, enriquecendo - o dos minerais que mais tarde entrarão novamente no ciclo biológico. Especial importância deve ser conferida a extração de frutos e sementes. Cada espécie tem na natureza um número mínimo de sementes necessárias à manutenção da sua espécie. É o que chamamos de *banco de sementes*. A extração incorreta desse recurso pode levar a extinção local da espécie.

Portanto é necessário frisar a necessidade do estudo e entendimento da estrutura e funcionamento do ecossistema a ser explorado, enfatizando o ciclo biológico de cada espécie, a fim de promover um manejo adequado e manter a taxa de produtividade necessária à manutenção desse sistema.

Por último foram testados alguns resíduos provenientes do Cerrado, buscando não só uma inovação quanto à espécie utilizada, mas também às aplicações diferenciadas para uma matéria prima já explorada. As ferramentas e técnicas descobertas durante a pesquisa bibliográfica serviram como embasamento para experimentação nos testes, e as matérias primas selecionadas a partir de dois pontos: a disponibilidade de doação do material por colaboradores e a possibilidade do resíduo ser um resultado do processamento para alimentação. Como dito anteriormente, esse é um segmento com vistas à expansão graças ao crescimento na exploração comercial de alguns frutos do Cerrado.

Os resultados obtidos com os testes foram satisfatórios, especialmente a valoração do tronco de Pau ferro através do artesanato. Representa uma grande contribuição para comunidades que dependem dos recursos naturais e para a busca de processos sustentáveis de produção.

Para que os resultados se tornem mais expressivos se faz necessário um prolongamento da pesquisa, com recursos financeiros para aquisição de ferramentas, materiais e matérias primas para testes. Outro fator enriquecedor é a possibilidade de incursão pelo Cerrado, e com isso não só identificar novos materiais possíveis para essa prática como identificar de que espécies alguns materiais procedem.

Referências bibliográficas

BRASIL. Ministério de Desenvolvimento e Combate à Fome. Programa Fome Zero Apostila Curso de Capacitação: Implantação de Unidades de Beneficiamento e Comércio de Produtos oriundos da Base Produtiva Local. Bonfinópolis de Minas, 2008.

EMPREGA BRASIL. Artigos. Disponível em: <www.empregabrasil.org.br/zfp/montar% 20artesao.html>. Acesso em setembro de 2009.

GIULIETTI et al. Plantas Raras do Brasil. Belo Horizonte, MG: Conservação Internacional, Co-editora Universidade Estadual de Feira de Santana. 2009. 496 p.

GOODLAND, Robert J.A. et al. Ecologia do Cerrado. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia; São Paulo: Ed. Da Universidade de São Paulo, 1979.193p.

NETO, Eduardo Barroso. Apostila O que é o Artesanato – módulo 1. Disponível em http://www.eduardobarroso.com.br/Artesanato_%20mod1.pdf Acesso em outubro de 2009.

RIBEIRO, R. F. *Florestas Anãs do Sertão:* O Cerrado na História de Minas Gerais. Belo Horizonte: Autêntica, 2005. 408p.

SEMATEC - Secretaria do Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia do Distrito federal Workshop Eco-Parques - Gestão dos Parques Ecológicos do DF. Disponível em: <http://www.semarh.df.gov.br/sites/100/162/download/meioambiente_reserva_ecoparques.pdf> . Acesso em janeiro de 2010.

CONFORTO TÉRMICO EM ASSENTOS DE CADEIRAS DE RODAS ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DE NANOCÁPSULAS DE PARAFINA EM ESPUMAS

Elisa Beretta
Tatiana Rocha
Wilson Kindlein Júnior

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Resumo

Usuários de cadeiras de rodas podem ficar até 18 horas sentados na mesma superfície, assim, o conforto é um dos fatores requeridos ao se projetar assentos e encostos. Um dos fatores que afetam a percepção de conforto para o usuário é a temperatura entre a interface do corpo e do assento. Para melhorar este fator, está sendo estudada a aplicação de materiais de mudança de fase, tal como a parafina, em espumas poliméricas de assentos. Este artigo faz uma revisão do que está sendo feito em relação a isso para posterior aplicação e testes com usuários de cadeiras de rodas.

Palavras-chave: nanocápsulas de parafina, conforto térmico, assentos para cadeira de rodas.

Abstract

Wheelchair users can stay until 18 hours sitting on the same surface, thus comfort is one of the factors required when designing seats and backs. One of the factors that affect the perception of comfort for the user is the temperature between the interface of the body and the seat material. To improve this is under study the application of phase change materials such as paraffin wax in polymeric foams of seats. This article brings a review on what is being study in this field to later apply this on foams and do tests with wheelchair users.

Keywords: paraffin nanocapsules, thermal comfort, wheelchair seats.

Introdução

A prescrição de assentos redutores de pressão é uma medida profilática comum para a prevenção de úlceras de pressão em usuários de cadeiras de

rodas, mesmo que exista pouca evidência disponível para suportar sua eficiência (CULLUM et al., 2004). Existem muitos tipos de designs de assentos comercialmente disponíveis; mesmo assim, a maioria dos assentos tendem a ser de uma variação de espumas, géis, ar ou a combinação destes (APATSIDIS, SOLOMONIDIS, MICHAEL, 2002).

Usuários de cadeiras de rodas podem sentar em seus assentos redutores de pressão por até 18 horas por dia, subseqüentemente, conforto é um requerimento essencial (WALL, COLLEY, 2005). Mesmo assim, o conforto ainda é um termo nebuloso e subjetivo e pode ser influenciado por uma variedade de fatores por períodos prolongados de tempo; junto com estes fatores está a pressão, a temperatura e a umidade (MAHANTY, ROEMER, 1980).

É possível investigar a resposta do tecido a reação isquêmica nas proeminências ósseas pelo monitoramento da temperatura e umidade na superfície da pele. Se fato, estas medições tem sido usadas por vários investigadores para quantificar o estresse do tecido resultante da aplicação prolongada de cargas compressivas, para comparar superfícies de suporte. Tanto a temperatura e a umidade são influenciadas por vários fatores ligados ao corpo e ao meio, por exemplo, o tempo que a pessoa permanece sentada ou deitada na superfície, passagem de ar, radiação de calor de lâmpadas e outras fontes, variação hormonal e medicações (STOCKTON, RITHALIA, 2009).

Úlceras de pressão são um problema de saúde recorrente para pessoas que, por várias razões, podem gastar maior parte de seu tempo em uma posição sentada. Muitas causas têm sido identificadas como contribuidoras para o desenvolvimento de úlceras de pressão. Juntamente com os agentes externos, é acreditado que a pressão relacionada com o tempo seja a principal causa. Quando a pressão na interface excede a pressão principal das veias capilares, as veias tendem a colapsar. Se uma situação assim é mantida por um maior período de tempo, a necrose isquêmica da área será evoluída. Além desta causa principal, acredita-se que outros fatores externos contribuem para o dano dos tecidos como a tensão de cisalhamento, aumento da temperatura da pele e umidade (EITZEN, 2004).

Conforto Térmico

Uma área da pesquisa em conforto que merece considerável atenção é a do conforto térmico. Admite-se que o conforto térmico corresponde ao estado de espírito em que os indivíduos expressam satisfação com o ambiente (ASHRAE, 2004). Em muitas situações as pessoas são expostas a ambientes térmicos criados artificialmente (climatizados) para que se sintam em conforto e possam produzir melhor as suas tarefas. Se o objetivo é atingido, a pessoa tem uma sensação de bem estar, expressa pela sua satisfação com aquele ambiente térmico.

Sabe-se que o estado térmico geral e as sensações locais estão intimamente ligados com o grau de conforto ou desconforto. A exposição excessiva a um ambiente quente ou frio pode levar ao estresse térmico,

proveniente de condições micro-climáticas desfavoráveis que requerem a intervenção excessiva do sistema termorregulador. Segundo Guyton (2006), o mecanismo termorregulador mais eficaz em longo prazo é o controle comportamental desencadeado pela sensação de desconforto térmico, que faz com que o homem procure passar a maior parte de sua vida em zonas termo-neutras, abrigando-se do frio ou do calor; construindo casas e sistemas de aquecimento; confeccionando e utilizando roupas (GUYTON e HALL, 2006).

Um fator que também afeta a percepção do conforto térmico é o local do corpo onde ele se origina. Da mesma forma como o desconforto ao sentar é afetado de forma diferente pela região do corpo que o origina (VERGARA e PAGE, 2002), assim também o conforto térmico é dependente das relações ponderadas entre as condições de conforto ou desconforto de várias partes do corpo (HUIZENGA et al., 2004). Em ambientes quentes, a cabeça e o rosto são percebidos como as regiões mais desconfortáveis, e em ambientes frios essas regiões são percebidas como estando a uma temperatura maior que o resto do corpo. Já as mãos e os pés são percebidos como mais frios quando a temperatura ambiente é baixa (HUIZENGA et al., 2004).

As complexidades do ambiente e das pessoas que o ocupam com os desenvolvimentos das tecnologias demandam um requerimento para que o conhecimento sobre o conforto térmico seja aprimorado (PARSONS, 2002). Algumas pesquisas na área de conforto térmico buscam alternativas para propiciar uma maior eficiência na troca de calor em assentos, seja por meio de mudanças na forma superficial das espumas, inclusão de furos e até a utilização de exaustão forçada de ar.

Essas pesquisas são extensamente realizadas por fabricantes de carros e aviões devido a questões mercadológicas. Segundo Cengiz e Babalik (2007), a importância de ter um assento de carro confortável está aumentando pois as expectativas do consumidor também aumentam. No entanto, conceitos de conforto térmico desenvolvidos para essas áreas podem ser aplicados em assentos em geral, inclusive nos de cadeiras de rodas.

Silva (2002) relatou que os índices de conforto estão relacionados com a sensibilidade humana e sua massa. De acordo com Madsen (1994), é possível, com um assento ventilado, remover o calor excessivo por parte do corpo (coxas, bunda e costas), que em um assento normal, é difícil de remover. Paul e Ackert (2003) demonstraram que a percepção de climatização do assento pelo usuário depende da temperatura da superfície da pele e da umidade da pele. Taniguchi et al. (1992) publicaram que a sensação térmica é uma composição de temperatura média da pele facial e da taxa de mudança das temperaturas. A umidade relativa da pele parece ser o melhor preditor de desconforto causado pela umidade da pele para pessoas vestidas trabalhando durante o dia, durante atividade sedentária segundo Toftum et al. (1998). Havenith et al (2000) mostrou que os efeitos do conforto térmico de reduções na resistência devido ao vapor do ar e do corpo movimentos também são mostradas para ter um impacto substancial sobre os limites de conforto em termos de pele e umidade não pode ser negligenciada. De acordo com Yamashita et al. (2005), o conforto térmico em assentos é observado

dependendo da inter-relação em conforto do assento e do transito de ar local além da temperatura ambiente.

Outra área que estuda muito o conforto térmico é a têxtil, com muitos esforços dirigidos para induzir efeitos termo reguladores em tecidos, já que o nível de conforto térmico depende nas trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente que ele está inserido. Este efeito pode ser obtido com a presença de microcápsulas contendo materiais de mudança de fase (Phase Change Materials – PCM) (SÁNCHEZ et al., 2010). Estes materiais poderiam ter outras aplicações como, por exemplo, o conforto térmico dos usuários de assentos e encostos de cadeiras de rodas, melhorando suas trocas com o meio ambiente e estabilizando a temperatura. Assim seria possível diminuir a temperatura e evitar problemas como a umidade, além de fungos, feridas e assaduras na região superficial da pele causados por esta umidade gerada.

Materiais de mudança de fase: Parafina

Materiais PCM absorvem energia durante o processo de aquecimento quando a mudança de fase acontece e libera energia ao ambiente na faixa da mudança de fase durante a inversão do processo de resfriamento. São conhecidos mais de 500 diferentes PCMs, incluindo a água. O mais comumente usado para armazenar energia térmica é a cera de parafina (SÁNCHEZ et al., 2010). O microencapsulamento de PCMs envolve delimitar eles dentro de uma casca fina e resiliente, assim os PCMs podem mudar de sólido para líquido e vice-versa dentro das cascas (SÁNCHEZ et al., 2010).

Materiais de mudança de fase (PCMs) como materiais cristalinos podem armazenar e liberar calor latente durante a transição de fase a uma determinada faixa de temperatura, que pode ser usada na conservação de energia térmica. O armazenamento e a liberação da energia térmica são comumente atingidos usando a habilidade dos materiais de mudança de fase, ou seja, mudando de um estado para outro (SONG et al., 2010).

A parafina, um material de mudança de fase orgânico que armazena energia térmica apresenta muitas vantagens que incluem: alta temperatura de fusão, temperatura variável de mudança de fase, menor pressão de vapor no estado fundido, quimicamente inerte e estável, auto nucleação, sem separação de fases e disponibilidade comercial a um custo razoável (SONG et al., 2010). A cera de parafina tem um amplo potencial de aplicações, tais como em tecidos termicamente reguláveis, revestimentos e espumas, edificações, refrigeradores ativos ou bombeados (JIN et al., 2008).

Muitos métodos de encapsulamento de cera de parafina foram pesquisados como polimerização in situ, polimerização interfacial e coacervação complexa. Dentre estes métodos de encapsulamento, a polimerização in situ, que também apresentou excelente função para preparar compósitos orgânicos/inorgânicos, especialmente nano compósitos, é mais favorável devido a estrutura especial resultante e uma série de cápsulas contendo temperatura ambiente (JIN et al., 2008).

Segundo Sánchez et al. (2010), para a síntese das microcápsulas são utilizados o peróxido de benzoila como iniciador e a cera de parafina como material de núcleo. Uma membrana de vidro porosa tubular tipo Shirasu foi utilizada para produzir microcápsulas com estreita distribuição de tamanho. A fim de prevenir que a cera derretida flua durante a transição de fase solida-liquida, encapsulamento de cera de parafina com materiais apropriados para casca são necessários (JIN et al., 2008).

Gerenciamento térmico nomeado como o armazenamento de calor dinâmico, tem atraído mais atenção na última década por causa da demanda para desenvolvimento de conservação de energia assim como melhorar o conforto térmico. O armazenamento de energia térmica tem um papel importante no gerenciamento de calor e tem aplicações em diversas áreas, tais como sistemas de aquecimento / arrefecimento para edificações que permitem que a energia solar seja incorporada a estrutura (CAO et al., 2005). Muitos processos naturais e técnicos provêem muitos excessos de calor. Aplicações bem sucedidas de armazenamento de calor ainda estão sob investigação (SARIER e ONDER, 2007).

Materiais de armazenamento de calor são particularmente atrativos compostos e misturas que provêem alta capacidade de calor por unidade massa/unidade de volume e eles têm um efeito tampão contra mudanças de temperatura. Materiais de mudança de fase capazes de absorver ou liberar grandes quantidades de calor durante a transição de fase entre dois estados sólidos e/ou estados líquidos e sólidos são um subgrupo de materiais de armazenamento de calor. Eles podem ser classificados em duas grandes categorias: compostos inorgânicos e compostos orgânicos. Os inorgânicos incluem hidratos de sal, sais, metais e suas ligas, enquanto os orgânicos são cadeias de hidrocarbonetos lineares conhecidos como ceras de parafina (ou n-alcanos), polietilenos glicóis (PEGs) e ácidos graxos (SARIER e ONDER, 2007).

No geral, quanto maior o calor latente do material da mudança de fase é maior a energia térmica aquele material pode armazenar. O processo de transição de fase é completamente reversível. Materiais de mudança de fase conhecidos são cadeias lineares de hidrocarbonetos conhecidos como ceras de parafinas ou n-alcanos. Os pontos de fusão de n-alcanos dependem do tamanho das cadeias de carbono, ou seja, no número de átomos de carbonos na molécula. Longas cadeias de hidrocarbonetos com 13 – 28 átomos de carbono têm temperaturas de mudança de fase variando de -5 a 650C. Selecionando dois ou mais alcanos diferentes e formando uma mistura disso, uma fixa de temperatura de estabilização pode ser ampliada para qualquer aplicação desejada. Comparado a outros materiais de mudança de fase, as ceras de parafina tem alta densidade de energia de estocagem, pontos altos de ebulição e estabilidade até 2500C. Eles são quimicamente inertes, não-corrosivos, de grande duradouros, baratos, não prejudiciais ao meio ambiente e não tóxicos. Estas características têm feito deles os materiais de mudança de fase preferidos para muitas aplicações comerciais (SARIER e ONDER, 2007).

Quando um material isolante térmico é incorporado para melhorar o conforto térmico de produtos finais, ele pode prover um aumento na

capacidade de calor em adição à existente isolação passiva característica da estrutura. Microencapsulação, revestimento, laminação, moldagem por injeção, fabricação de espumas, são alguns dos processos convenientes para a incorporação de materiais de mudança de fase dentro da estrutura. Mesmo assim, espumas de poliuretano têm sido inseridas como compósitos diferentes como isoladores passivos, materiais de mudança de fase microencapsulados em espumas de poliuretano tem sido pouco estudados (EVERITT, HARRISON, ONUFRAK, 2000).

Nanopartículas em espumas de poliuretano

Poliuretanos são polímeros que contém ligações de uretano e são produzidos pela reação de diisocianatos com polióis e alguns químicos suplementares e catalisadores. O poliól é por si só um polímero de baixo peso molecular com grupos finais de hidroxol; o diisocianato é freqüentemente um isômero de diisocianato de tolueno (TDI) ou diisocianato metileno difenil (MDI). A reação básica entre um diisocianato e um poliól produz um polímero (poliuretano) com a liberação de calor (SARIER e ONDER, 2007).

A formação da espuma ocorre quando uma pequena quantidade de agente de expansão e água é adicionada durante a polimerização. A água reage com os grupos de isocianato cedendo ácidos carbâmicos, que espontaneamente perde CO2, assim gerando as bolhas da espuma. A composição do agente de expansão catalisador provê a resultante espuma de poliuretano com melhor respirabilidade (SARIER e ONDER, 2007).

Como sabido, poliuretanos são produzidos dentro de uma ampla gama, incluindo fibras elásticas, espumas flexíveis, espumas rígidas com peso leve, ou elastômeros duros e resistentes, que permitem deles serem usados em uma larga diversidade de consumos e aplicações industriais. Espumas de poliuretano (PU) são responsáveis pela maior quantidade de espumas poliméricas do mercado, estimado perto de dois bilhões de quilogramas só nos Estados Unidos (CAO et al., 2005). Móveis, colchões e assentos são feitos predominantemente de espumas flexíveis e espumas semi-rígidas (SARIER e ONDER, 2007).

Espumas de poliuretano rígido têm sido amplamente usadas para isolação térmica como os melhores poupadores de energia. O ar que fica preso dentro das estruturas de “favo de mel” desenvolve características de isolação passiva da espuma em adição a capacidade de absorção de calor dos poliuretanos. Suas vantagens são a menor condutividade térmica, alta estabilidade química e mecânica tanto nas temperaturas alta e baixa, a habilidade para formar uma estrutura de sanduiche com vários materiais. Elas também são livres de cloroflúorcarbonos e recicláveis (CAO et al., 2005). Em artigo recente, Everitt, Harrison, Onufrak (2000) apresentaram seu estudo sobre a fabricação de espumas de poliuretano impregnadas por micro cápsulas de parafina produzidas através de polimerização.

Microcápsulas de parafina em espumas de PU

(EVERITT, HARRISON, ONUFRAK, 2000)

Baseados em análises de FT-IR, SEM, DSC e bomba de calorímetro e testes de vazamento, mostraram que as características termais de espumas de poliuretano podem ser modificadas por meio de materiais de mudança de fase microencapsulados adicionados durante a fase de síntese de polimerização.

Microestruturas e composições químicas das amostras PU testadas se apresentaram diferentes da estrutura da amostra de PU de controle nas análises de FT-IR, e foi verificado que eles compunham os grupos funcionais indicando a existência de cadeias lineares de hidrocarbonos, como n-hexadecano e n-octadecano (figuras 01 e 02).

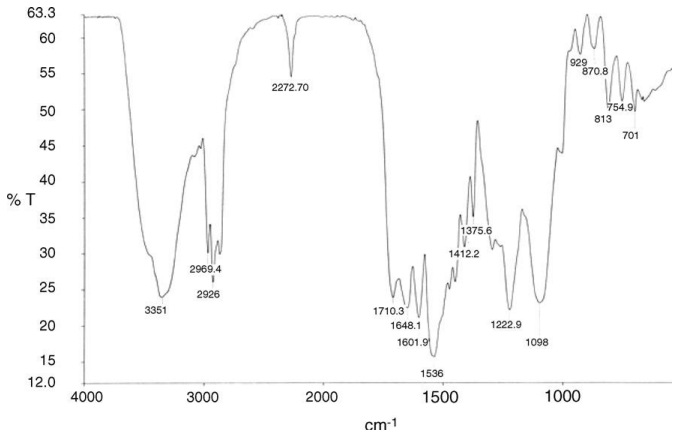


Fig. 01. Espectro FT-IR espuma de controle

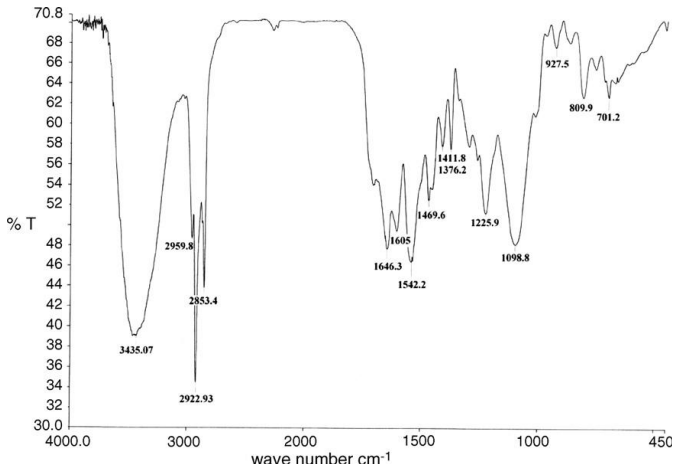


Fig. 02. Espectro FT-IR espuma impregnada

Fotos de MEV ilustram as micelas de materiais de mudança de fase presas nas celas da estrutura de “favo de mel”, como é mostrado na figura 03.

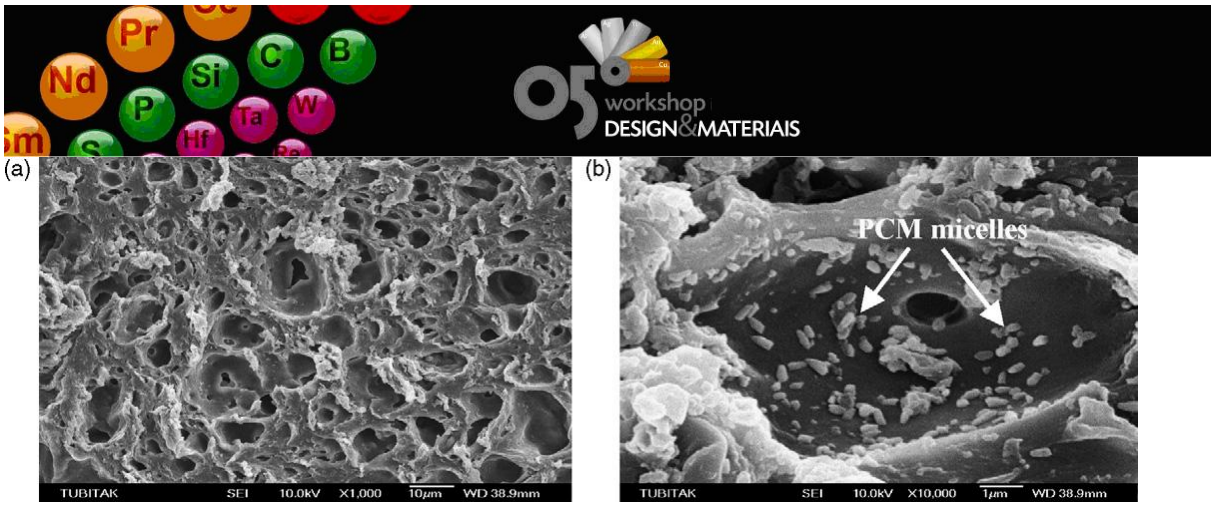


Fig. 03. PU impregnado (a) aumento x1000; 10.0 kV e (b) aumento ×10,000; 10.0 kV.

Medição térmica de assentos para verificação

Para a verificação se as microcápsulas de parafina melhoraram as trocas de calor entre o usuário-assento-ambiente, alguns testes podem ser realizados. Primeiramente, é necessário saber as condições de conforto térmico para o corpo humano como um todo; para isso utiliza-se o Método de Fanger (1972). Segundo ele, uma pessoa pode estar em neutralidade térmica para o corpo como um todo (PMV = 0), mas pode não estar confortável se existirem variações em partes do corpo. Portanto, o conforto também requer que não haja desconforto local (quente ou frio) para qualquer parte do corpo. Este desconforto local pode ser causado por: assimetria de radiação; diferença de temperatura do ar vertical entre os pés e a cabeça; correntes de ar (draft ou draught); diferença de temperatura entre os pés e o piso.

Também se faz necessário a realização de medições de temperatura do assento. A indústria automotiva utiliza, para ambientes não homogêneos onde diferentes partes do corpo experimentam diferentes condições térmicas, o conceito utilizado Nilsson, (2004), que é o de temperatura equivalente (teq), definida como sendo a temperatura uniforme de um ambiente imaginário com velocidade do ar igual a zero, no qual a pessoa troca a mesma quantidade de calor sensível, por radiação e convecção, que no ambiente real. A determinação de temperaturas equivalentes, EHT ou teq, é baseada na transferência de calor por condução, convecção e radiação para manequins com vestimentas padrão para cada tipo de ensaio.

Normalmente são utilizados manequins com temperaturas constantes para posterior avaliação(antes do teste ser realizado, o manequim deve ser calibrado com um software dedicado a isso). Na figura 04 um exemplo de manequim com 16 sensores de medição de temperatura. As principais vantagens do método são a ilimitada faixa de fluxos de calor, bem como a estabilidade e a possibilidade de medir transientes térmicos sem distúrbios do sistema de regulagem. As desvantagens estão na possibilidade de se ter temperaturas não reais, tempo de reação mais lento e não captar o fluxo de calor entre o corpo do manequim e o ambiente (Bohm et al. 2004).

Fig 04: Manequim com 16 sensores aquecidos

Outra forma de medir as temperaturas é com um termógrafo. O usuário deve ficar sentado por tempo determinado no assento produzido e, após se levantar, faz-se uma medição da temperatura do assento, identificando áreas de maior calor através de um gráfico. Na figura 05, pode-se visualizar um exemplo de gráfico de temperaturas que é gerado para avaliação das zonas de calor, sendo as áreas em vermelho aquelas de maior calor e as áreas em azul, de menor calor.

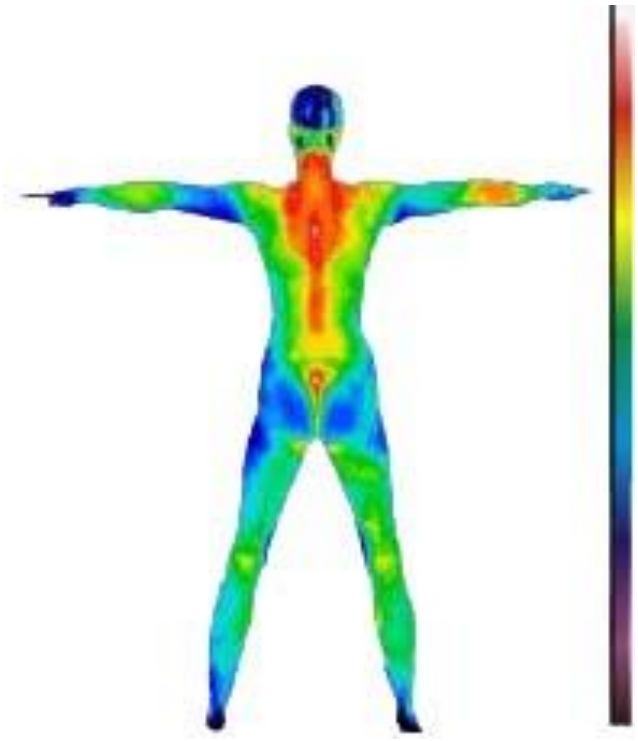


Fig 05: Termografia de um corpo humano.

Conclusão

As cápsulas contendo parafina com alta temperatura de fusão como representativas de um material de mudança de fase têm sido sintetizadas pelo encapsulamento in situ por polimerização de um precursor de uréia formaldeído. O tamanho das partículas, tamanho da distribuição e conteúdo da casca podem ser controlados (JIN et al., 2008).

As cápsulas são suficientemente robustas para manter o pó inalterado depois dos ciclos de aquecimento e resfriamento, enquanto isso a capacidade térmica se mantém elevada, devido à alta cristalização do núcleo de parafina. As cápsulas de PCM serão potencialmente úteis na conservação de energia, fluido térmico funcional e materiais de proteção térmica (JIN et al., 2008).

Dependendo do nível de interação entre as nano partículas e a cadeia polimérica, pode-se produzir um material que é superior e termicamente estável. No entanto, devido a sua maior energia de superfície, as nano partículas tendem a aglomerar e, na maioria dos casos, é muito difícil de dispersar estas nano partículas dentro da matriz polimérica (SAHA, KABIR, JEELANI, 2008). Mesmo assim, não é fácil de intuitivamente prever as propriedades da energia de absorção dos nano compósitos resultantes devido as propriedades anisotrópicas e a morfologia das nano partículas (SUN et al., 2009).

Levando em consideração estes resultados dos testes foi concluído que as espumas de poliuretano impregnada com a parafina mostraram desempenho satisfatório em todos os aspectos e passaram por características térmicas, estruturais e de durabilidade para posteriores aplicações industriais. Em conclusão, a energia de absorção é uma função cada fez mais importante de materiais por diversas razões. Espumas de poliuretano com partículas de parafina podem ser designadas como isoladores térmicos equipadas com uma função melhorada contra mudanças de temperatura (SARIER e ONDER, 2007).

No entanto, para que seja comprovado que a aplicação de microcápsulas de parafina em espumas de poliuretano satisfaz os requerimentos desejados, como diminuição da temperatura da interface entre assento e área de contato é necessário testes com os usuários verificando, através de equipamentos termo-medidores, se as microcápsulas conseguem gerar uma temperatura constante evitando ou diminuindo áreas de maior calor e, por conseqüência, diminuindo a umidade do assento.

Referências

APATSIDIS, DP; SOLOMONIDIS, SE; MICHAEL, SM. Pressure distribution at the seating of interface custom-molded wheelchair seats: effect of various materials. Arch Phys Med Rehabil 2002;83:1151e6.

ASHRAE 55. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, (ANSI/ASHRAE 55), American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (2004), New York.

CAO, X.; LEE, L. J.; WIDYA, T. ; MACOSKO, C. Polyurethane/clay nanocomposites foams: processing, structure and properties. Polymer 46 (2005) 775–783.

CENGIZ, Tülin Gündüz; BABALIK, Fatih C. An on-the-road experiment into the thermal comfort of car seats. Applied Ergonomics 38 (2007) 337–347.

CULLUM, N; MCINNES, E; BELL-SYER, S.E.M; LEGOOD, R. Support surfaces for pressure ulcer prevention. Cochrane Database of Systematic Reviews 2004, Issue 3.

EITZEN, I. Pressure Mapping in Seating: A Frequency Analysis Approach. Arch Phys Med Rehabil Vol 85, July 2004.

EVERITT, R.L.; HARRISON, P.R.; ONUFRAK, R.V. Energy absorbing, water blown, rigid polyurethane foam, US Patent 6,028,122 (2000).

FANGER, P.O. Analysis and Applications in Environmental Engineering. McGraw-Hill, New York: 1972.

HAVENITH, G., HOLMER, I., PARSONS, K., 2002. Personal factors in thermal comfort assessment: clothing properties and metabolic heat production. Energy Build 34, 581–591.

JIN, Z.; WANG, Y.; LIU, J.; YANG, Z. Synthesis and properties of paraffin capsules as phase change materials. Polymer 49 (2008) 2903–2910.

MADSEN, T.L. Thermal effects of ventilated car seats. Int. J. Ind. Ergonom 13, 253–258.

MAHANTY, SD; ROEMER, RB. Thermal response of skin to the application of localized pressure. Arch Phys Med Rehabil 1980; 60:584e90.

NILSSON, H.O. Comfort Climate Evaluation with Thermal Manikin Methods and Computer Simulation Modes. Stockholm. Tese (Doutorado) Department of Technology and Built Environment , University of Gaule, Sweden, 2004.

PARSONS, K.C. The effects of gender, acclimation state, the opportunity to adjust clothingand physical disability on requirements for thermal comfort. Energy and buildings 34 (2002) 593-599.

PAUL, G., ACKERT, H. A contribution to the thermo-physiologic assessment of climate seats in passenger vehicles. Proceedings of the Annual Spring Conference of the Gfa (Gesellschaft fu¨ r Arbeitswissenschaft). 7–9 May, Munich, Germany. pp. 123–126.

SAHA, M.C. ; KABIR, MD.E.; JEELANI, S. Enhancement in thermal and mechanical properties of polyurethane foam infused with nanoparticles. Materials Science and Engineering A 479 (2008) 213–222.

SÁNCHEZ, P.; SÁNCHEZ-FERNANDEZ, M. V.; ROMERO, A.; RODRÍGUEZ, J. F.; SÁNCHEZ-SILVA, L. Development of thermo-regulating textiles using paraffin wax microcapsules. Thermochimica Acta 498 (2010) 16–21.

SARIER, N.; ONDER, E. Thermal characteristics of polyurethane foams incorporated with phase change materials. Thermochimica Acta 454 (2007) 90–98.

SONG, G.; MA, S.; TANG, G.; YIN, Z.; WANG, X. Preparation and characterization of flame retardant form-stable phase change materials composed by EPDM, paraffin and nano magnesium hydroxide. Energy 35 (2010) 2179–2183.

SUN, L.; GIBSON, R. F.; GORDANINEJAD, F.; SUHR, J. Energy absorption capability of nanocomposites: A review. Composites Science and Technology 69 (2009) 2392–2409.

STOCKTON, L; PARKER, D. Pressure relief behaviour and the prevention of pressure ulcers in wheelchair users in the community. J Tissue Viability 2002;12:84e99.

STOCKTON, L.; RITHALIA, S. Pressure-reducing cushions: Perceptions of comfort from the wheelchair users' perspective using interface pressure, temperature and humidity measurements. Journal of Tissue Viability (2009) 18, 28e35.

TANIGUCHI, Y., AOKI, H., FUJIKAKE, K., TANIGUCHI, H., KITADA, M. Study on car air conditioning system controlled by car occupants' skin temperatures—Part 1: research on a method of quantitative evaluation of car occupants' thermal sensations by skin temperatures. SAE Technical Paper Series. Warrendale, pp. 13–19.

TOFTUM, J., JORGENSEN, A.S., FANGER, P.O. Upper limits for indoor air humidity to avoid uncomfortably humid skin. Energy Build 28, 1–13.

YAMASHITA, K., MATSUO, J., TOCHIHARA, Y., KONDO, Y., TAKAYAMA, S., NAGAYAMA, H. Thermal sensation and comfort during exposure to local airflow to face or legs. J. Physiol. Anthropol. Appl. Hum. Sci. 24, 61–66.

WALL, J; COLLEY, T. A study to evaluate factors for inclusion in a new self-assessed risk indicator for persons who use a wheelchair for mobility. J Tissue Viability 2005;15:9e16.

SUSTENTABILIDADE NA SELEÇÃO E APLICAÇÃO DE MATERIAIS EM SINALIZAÇÃO

Eduardo Cardoso
Fabiano de Vargas Scherer
Luis Henrique Alves Cândido
Wilson Kindlein Junior

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Resumo

O presente artigo apresenta a pesquisa desenvolvida pelo Núcleo de Design Gráfico Ambiental para aplicação, no que se refere à seleção e aplicação de materiais e sustentabilidade, na disciplina de Projeto Integrado I: Design de Sistemas Informacionais e Mobiliário Urbano dos Cursos de Graduação em Design Visual e Design de Produto da XXX. Neste trabalho expõem-se os objetivos, metodologia, conceitos gerais sobre design gráfico ambiental, seleção e aplicação de materiais em projetos de sinalização e o papel do profissional de design no contexto da sustentabilidade, além dos resultados encontrados até o momento.

Palavras-chave: design gráfico ambiental, sinalização, seleção materiais, sustentabilidade.

Abstract

This paper presents the research conducted by the Center for Environmental Graphic Design for application, with regard to the selection and application of materials and sustainability, in the discipline of Integrated Project I: Informational Design Systems and Urban Furniture of undergraduate programs in Visual Design and Product Design of the XXX. This work sets out the objectives, methodology, general concepts about environmental graphic design, material selection and application in signage projects and the role of professional design in the context of sustainability, beyond the results found so far.

Keywords: *environmental graphic design, signage, materials selection, sustainability.*

1. Introdução

A necessidade de comunicação surge no momento que o homem passa a viver em sociedade, juntamente com o estabelecimento de regras e parâmetros que fizessem as pessoas se compreenderem. Para tanto, foram sendo criados e desenvolvidos métodos destinados a essa comunicação.

A sinalização trabalha diretamente com a interação das pessoas com os espaços. A maneira como nos familiarizamos com o ambiente é muito individual, cada um de nós lê o ambiente de forma diferente e cria o próprio mapa mental. A sinalização organiza o espaço e orienta os usuários para que os mesmos possam sentir-se assistidos e encontrem o que necessitam da forma mais fácil, prática e objetiva, tornando assim sua experiência de uso o mais agradável possível.

Além disso, hoje em dia, grande parte da população vive em áreas metropolitanas e trabalha, estuda, consome e divertem-se em grandes espaços, complexos demais para tornarem-se completamente familiares.

Por outro lado, a sinalização também deve fornecer informações gerais sobre as organizações e estruturas, sobre segurança e seus regulamentos, bem como instruções sobre como utilizar espaços, máquinas e instalações.

Assim, a atuação do profissional de design de sinalização, quando com intenção criativa e intelectual, é muito rica, pois está diretamente relacionada com o ato de aprender com as diferentes instituições, empresas e/ou locais públicos e privados, interagindo com seus usuários e utilizando o design para transformar estes espaços. O projeto de sinalização destes locais descreve a complexa relação entre pessoas e ambientes que influencia e afeta um grande número de pessoas. Desta forma, este profissional deve desenvolver o pensamento crítico através de reflexões teórico-críticas através de propostas que contemplem a resolução de problemas formais, funcionais, conceituais, metodológicos e sua adequação técnica, tecnológica, econômica e sócio-cultural e para tanto necessita de aporte teórico, como o apresentado nesta pesquisa sobre a seleção e aplicação de materiais em sinalização. Neste contexto, entra a seleção de materiais para materialização dos elementos.

Sustentabilidade em sinalização diz respeito tanto no que se refere aos materiais escolhidos para sua confecção quanto aos processos envolvidos – aquisição e manufatura do material, fabricação e distribuição dos elementos, uso energético e o reuso, a reciclagem ou o descarte.

Até pouco tempo atrás, as opções sustentáveis em sinalização eram consideravelmente mais caras. Mais acessíveis, tem refletido a mudança de mentalidade tanto de designers quanto de clientes e fabricantes.

2. Conceitos Gerais

2.1 Design Gráfico Ambiental

Segundo Bormio (2005), a necessidade de comunicação surge no momento que o homem passa a viver em sociedade, juntamente com o estabelecimento de regras e parâmetros que fizessem as pessoas se compreenderem. Para tanto, foram sendo criados e desenvolvidos métodos destinados a essa comunicação. Nesse contexto a percepção é de extrema importancia. “A percepção é, portanto, o ponto de partida de toda atividade humana” (ELY, apud MORAES, 2004). Através da percepção recebemos toda informação necessária para nossa orientação em um determinado ambiente. Assim, é importante conhecer os elementos do ambiente que podem causar os estímulos sensoriais – perceber e receber as informações – e provocar respostas.

O design de sistemas informacionais, ou simplesmente, design de sinalização, pertence ao grupo do chamado de design gráfico ambiental. Em sua definição, não cabe limitar o design gráfico ambiental em uma única área de conhecimento. Envolve a intersecção entre design gráfico, design de produto, arquitetura, urbanismo e comunicação com o intuito de informar, orientar, identificar e ambientar.

> "Encontrar o caminho não é um dom ou uma capacidade inata que qualquer um tem ou não tem. É uma condição para a própria vida. (...) Viver com nossas respectivas formas de navegar (*wayfinding*) é uma premissa básica para a nossa liberdade e a nossa autoconfiança. Sabendo onde estou, a minha localização, é condição prévia para saber onde eu tenho que ir, onde quer que seja." (AICHER apud UEBELE, 2007, pág. 7).

Assim, segundo a ADG (2000), o design de sinalização procura otimizar, por vezes, até viabilizar, a utilização e o funcionamento de espaços, sejam eles abertos ou construídos.

2.2 Funções e Componentes da sinalização

Dentro da área do Design Gráfico Ambiental, sinalização não deve dar lugar a interpretações diferentes. Sua função é comunicar uma mensagem pelo caminho direto, o mais efetivo.

Neste contexto, as funções da sinalização podem ser classificadas em identificar, direcionar e advertir (Follis e Hammer, 1979). Porém Bastos (2004) salienta que além destas tres funções, a sinalização ainda trabalha com as questões de advertir, ambientar e particularizar a informação. É importante assim, quando trabalha-se com sinalização, ater-se ao significado atribuído, a mensagem transmitida e a atmosfera criada, ou seja, deve participar da construção da mensagem ambiental do espaço ou do prédio em que está inserido. Destaca-se que é sempre necessário manter diálogo com o espaço e/ou a arquitetura da edificação onde será implantado o projeto (esse diálogo pode ter vários sentidos, distinguir-se ou aproximar-se, ressaltar ou apagar, nunca ignorando). Coloca-se também que geralmente é um trabalho de parceria, um projeto de sinalização ocorre em um espaço já constituído, ou em vias de concretização, ou seja, outro profissional, normalmente o arquiteto, já pensou na circulação e na distribuição da área - concepção do espaço, cabendo ao designer facilitar a orientação e a comunicação dentro dele.

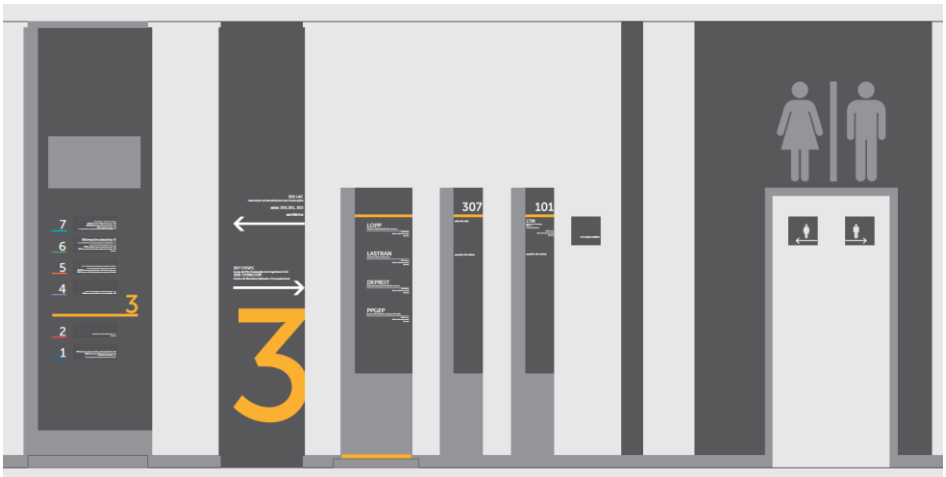


Figura 1: Família dos elementos de sinalização desenvolvida na disciplina Projeto Integrado I na área do Prédio Novo da Escola de Engenharia - UFRGS - RS. Fonte: Alunos Gabriel Altenhofen e Raquel Quintana Martins (2009).

Um sistema de sinalização pode ser composto pelo conteúdo, pela forma e pelos materiais e as técnicas (Figura 1). O conteúdo representa a demanda, o problema e a solução com que o designer tem que trabalhar. A forma representa a maneira com que o conteúdo vai ser apresentado ao usuário. Ela pode ser representada através de tipos e figuras, além da cor. Os materiais e as técnicas são os meios de materializar o conteúdo e a forma.

O conteúdo consiste na informação propriamente dita. E ja que diferentes espaços e diferentes situações requerem diferentes elementos de sinalização, o conteúdo a ser apresentado pode ser classificado, segundo Gibson (2009), em: sistemas de identificação, sistemas direcionais, sistemas de orientação e sistemas regulatórios.

Ainda segundo Bormio (2005), um bom sistema de sinalização ainda deve possuir as seguintes qualidades:

- Máxima visibilidade;
- Agir com oportunidade (máxima facilidade de interpretação);
- Obedecer a uma padronização, isto é, familiarizar o trabalho com as indicações que se pretende estabelecer (a padronização envolve: caracteres gráficos empregados, cores, dimensões, localização e disposição);
- Não deve ser dispersiva (não haja acúmulo de sinais, não deve haver misturas de avisos);
- Não deve ser agressiva, isto é, não criar outro risco.

2.3 Sustentabilidades no contexto do design gráfico ambiental

Segundo Pereira e Vieira (2009), o conceito de sustentabilidade surgiu na década de 1970, em um cenário de contestação sobre as relações entre crescimento econômico e meio ambiente. Desde então, o conceito de desenvolvimento sustentável vem sendo utilizado como portador de um novo projeto para a sociedade. Neste contexto, é papel do designer assumir sua responsabilidade como profissional inserido nesta grande cadeia e como ator tranformador agregando valor a seus projetos desenvolvidos para melhorar a qualidade de vida de seus usuários.

Segundo Marques (2008), o desenvolvimento sustentável é fundamental para o crescimento de qualquer setor da atividade humana e alia três grandes objetivos: econômicos, sociais e ambientais. Nos objetivos econômicos, a prioridade está na criação de iniciativas que garantam o crescimento do setor, agregando valor e eficiência nos processos e constante inovação. Nos objetivos ambientais, a indústria deve estruturar o seu progresso também no cuidado com o meio ambiente, contribuindo para a garantia da manutenção do eco-sistema, do clima, da biodiversidade, utilizando para isso sua capacidade

técnica e intelectual. Por fim, são objetivos sociais, para garantir o desenvolvimento sustentável na indústria, a inclusão social, o trabalho pela igualdade de condições de progresso social, a manutenção da identidade cultural e o desenvolvimento institucional.

Assim, o designer passa a ser "peça" fundamental no desenvolvimento do design para a sustentabilidade, que para Pereira e Vieira (2009), de acordo com uma de suas definições mais abrangentes, implica em atender às necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as futuras gerações atenderem às suas próprias necessidades. "Para ser sustentável, qualquer empreendimento humano deve ser ecologicamente correto, economicamente viável, socialmente justo e culturalmente aceito". (Paula, 2007, p. 01).

Um dos instrumentos utilizados para verificar as questões ligadas a sustentabilidade partem do LCA (*Life Cycle Assessment*) que antecipa os impactos ambientais por meio da avaliação do ciclo de vida durante o processo de design, permitindo tomar decisões ambientalmente corretas.

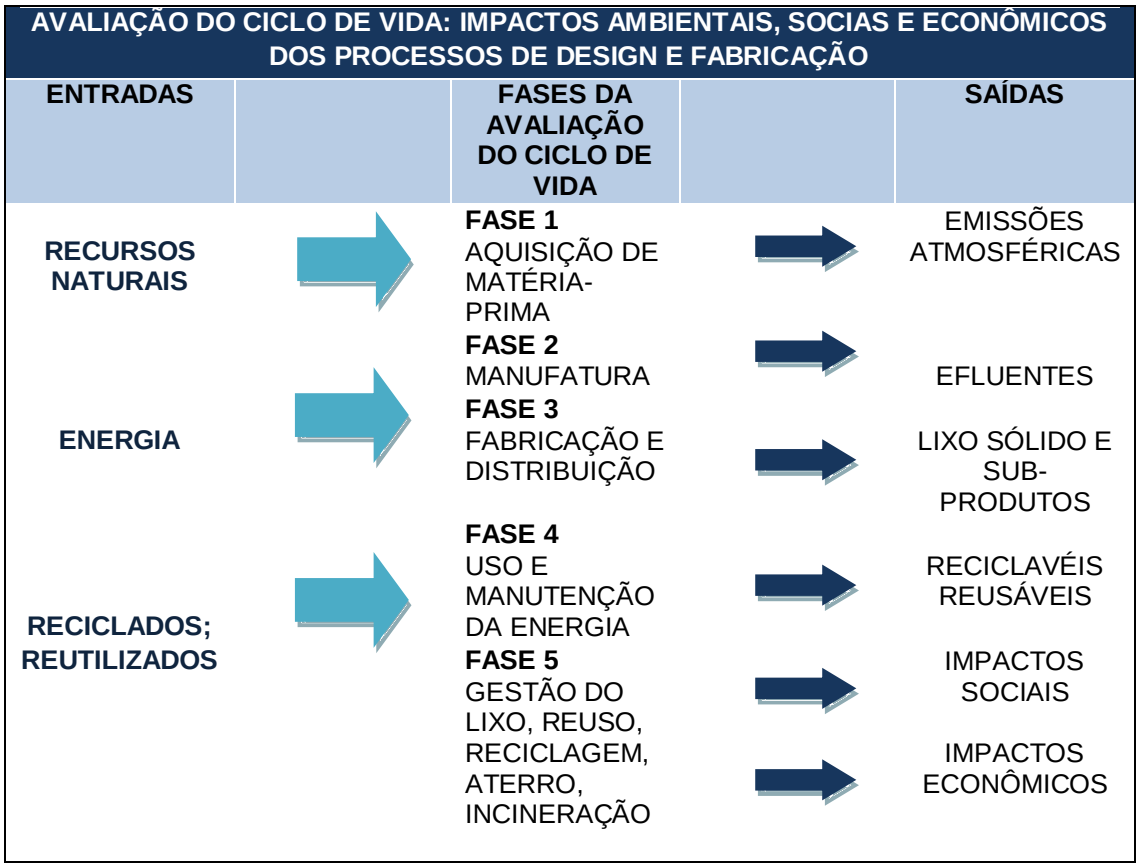

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA: IMPACTOS AMBIENTAIS, SOCIAS E ECONÔMICOS DOS PROCESSOS DE DESIGN E FABRICAÇÃO
ENTRADAS
FASES DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA
SAÍDAS
RECURSOS NATURAIS
ENERGIA
RECICLADOS; REUTILIZADOS
FASE 1 AQUISIÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA
FASE 2 MANUFATURA
FASE 3 FABRICAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO
FASE 4 USO E MANUTENÇÃO DA ENERGIA
FASE 5 GESTÃO DO LIXO, REUSO, RECICLAGEM, ATERRO, INCINERAÇÃO
EMISSÕES ATMOSFÉRICAS
EFLUENTES
LIXO SÓLIDO E SUB-PRODUTOS
RECICLAVÉIS REUSÁVEIS
IMPACTOS SOCIAIS
IMPACTOS ECONÔMICOS

Figura 2: Avaliação do Ciclo de Vida. Fonte: Adaptado de PEARSON (2010).

Assim, no que se refere a seleção de materiais e a concepção de projeto de sinalização, o designer coerente especificará o montante correto e estritamente necessário de elementos de sinalização para maximizar a eficiência entre materiais e produtos (elementos do sistema) empregados. Já a instalação de um número insuficiente de elementos pode custar menos e interferir menos no ambiente, mas a inclusão de outros elementos posteriormente para complementar o sistema existente pode gerar custo ainda maior do que colocar o número correto de elementos. Com as novas tecnologias digitais disponíveis atualmente, como sistemas GPS (*Global Position System*) para aplicação em sinalização, tornaram-se cada vez mais acessíveis e avançadas as ferramentas que os projetistas podem ter para diminuir a quantidade de elementos físicos de sinalização e por muitas vezes, tornam a experiência de uso mais atrativa e eficiente, sem comprometer as informações a serem comunicadas.

Visto a importância de especificar-se o número adequado de elementos, deve-se dar especial atenção a correta seleção de materiais a serem utilizados no projeto.

Levando-se em consideração o desenvolvimento sustentável, três conceitos chave em sinalização são: durabilidade, flexibilidade e adaptabilidade. Como, normalmente, os elementos de um sistema de sinalização devem durar o máximo possível, o profissional responsável por ele deve levar em consideração a fácil reposição de material. Para tanto deve-se criar estruturas que possam facilmente receber manutenção e que sua limpeza também possa ser feita de forma prática e sustentável. Justamente por falar-se em sistemas de sinalização duradouros, o projetista normalmente concebe suas criações como se fossem permanentes. Salvo os casos de sinalizações de propósito efêmero.

Porém, na realidade, empresas fecham, mudam sua identidade visual e assim as organizações estão recriando-se a todo tempo. Desta forma o designer deve considerar em seu projeto, não só a construção, como a desconstrução do seu sistema de sinalização e como isto deve ocorrer para que os materiais que compõem o sistema possam ser separados coerentemente. Para tanto, deve-se pensar também nos sistemas de junção mais adequados entre as partes de cada elemento do sistema de sinalização, destacando assim formas mais práticas e eficientes de montagem, desmontagem e o uso do mesmo. Ainda, caso o sistema de união por adesão seja necessário, deve-se pesquisar e especificar adesivos atóxicos e materiais biodegradáveis. Selecionando os materiais de forma correta e utilizando sistemas de junção coerentes com a proposta como um todo, garante-se que a desconstrução do sistema poderá ser mais eficiente e seus diferentes componentes terão um destino menos agressivo e, muitas vezes, até menos oneroso e com maior benefício à sociedade através da reutilização de partes do sistema ou reciclagem, por exemplo.

2.4 Principais materiais aplicados em sinalização

Nenhum material de sinalização é adequado a todas as variações de uso. Conhecer os objetivos e as expectativas do cliente/usuário ajuda o designer a

selecionar o material adequado para cada caso, evitando desperdícios desnecessários. Todos os materiais utilizados em sinalização têm usos apropriados, de acordo com as especificações dos fabricantes. Em geral, a escolha de um, excluí benefícios oferecidos por outros. Deve-se levar em conta que muitas vezes opta-se em sacrificar um ou outro benefício pelo parâmetro mais forte. Por exemplo, tintas a base de solvente tem características de aderência a vinil sem tratamento e boa resistência ao desbotamento, quando comparadas a tintas a base de água, entretanto não devem ser utilizadas em ambientes fechados, por causa do forte odor liberado pelo solvente, presente nas impressões mesmo após acabamento.

Várias informações influenciam a escolha do material usado para sinalizar, dentre elas:

- O local da exposição (interno ou externo);
- Expectativas de comportamento (se como volume ou lamina; se será tracionado, pendurado, esticado, colado, etc.);
- O tipo de iluminação (se frontal direta, difusa, natural ou *backlight*).

Neste contexto, os principais materiais utilizados em sinalização podem ser classificados em naturais (metais, vidros, madeiras, pedras e papéis) e sintéticos (polímeros, tecidos e compósitos).

2.4.1 Naturais

Metal: um dos materiais mais comuns em sinalização, os metais são flexíveis, duráveis, podem ser utilizados estruturalmente e em superfícies de fechamento, comunicação visual e composição estética. Disponíveis em diferentes tamanhos e formatos (tubos, chapas, perfis, etc.) podem receber diferentes acabamentos, desde pinturas a demais tratamentos de sua superfície, tal como polimento, escovamento, etc. Em substratos metálicos as informações podem ser aplicadas por adesão (adesivo vinílico), rebaixas (gravadas) e/ou pintadas.

Vidro: muito utilizado em sinalização, tanto interna quanto externamente, o vidro pode ter diferentes dimensões, composições (laminado, aramado, etc.) e receber diferentes acabamentos (temperado, plano, etc.). Assim como outros substratos, podem receber as informações por adesão, pintura, rebaixo. Tem várias formas de junção e fixação de elementos, como, por exemplo, a utilização de espaçadores metálicos. Este material pode ainda receber informações visíveis em suas duas faces, como, por exemplo, com aplicação posterior e anterior, alterando o efeito final conforme desejado.

Madeira: menos durável em relação a outros substratos, tal como os metais, as madeiras podem escurecer ou até mesmo rachar com ao longo do tempo, principalmente em aplicações externas. Podem ser laminadas ou ter diferentes tipos de acabamentos, como pintura, jato de areia e impressão. Fontes sustentáveis de madeira de reflorestamento certificadas devem ser consideradas.

Pedra: as pedras naturais constituem, junto com as madeiras, um dos materiais mais antigos de construção. Com múltiplas aplicações, as pedras naturais são fundamentalmente utilizadas em alvenarias e revestimentos. Tem como ponto forte sua resistência e durabilidade, porém também tem grande

peso. Estas podem ter diferentes tipos de acabamentos de superfície e de borda.

Papel: tem sua maior vantagem no baixo custo e pode ser utilizado em impressões a base de água, juntamente com laminação, para obter impressão de qualidade. Historicamente, a qualidade de impressão da tecnologia à água sempre foi muito superior à tecnologia solvente, mas nos últimos anos viu-se uma evolução muito grande desta última. Usados em banners, pôsteres, cartazes, etc.

2.4.2 Sintéticos

Polímeros: são compostos químicos de elevada massa molecular relativa, resultantes de reações químicas de polimerização. Estes contêm os mesmos elementos nas mesmas proporções relativas, mas em maior quantidade absoluta. Os polímeros são macromoléculas formadas a partir de unidades estruturais menores (os monômeros). O número de unidades estruturais repetidas numa macromolécula é chamado grau de polimerização. Os polímeros podem dividir-se em termoplásticos (PC – Policarbonato, PU – Poliuretano, PVC – Policloreto de Vinilo, PS – Poliestireno, PP – Polipropileno) termorrígidos (baquelite, poliéster) e elastômeros (borrachas).

Alguns polímeros, como termorrígidos e borrachas, não podem ser reciclados de forma direta, pois não existe uma forma de refundí-los ou depolimerizá-los. Na maioria das vezes a reciclagem de termoplásticos não é economicamente viável devido ao seu baixo preço e baixa densidade. Somente plásticos consumidos em massa, como o PE (Polietileno) e PET (Politereftalato de etileno), apresentam bom potencial econômico. Outro problema é o fato dos plásticos reciclados serem encarados como material de segunda classe. Quando a reciclagem não é possível a alternativa é queimar os plásticos, transformando-os em energia. Porém os que apresentam halogânio, como o PVC e o PTFE (Politetrafluoretileno, conhecido pela marca comerical Teflon), geram gases tóxicos na queima. Para que isso não ocorra esse material deve ser encaminhado para dehalogenação antes da queima.

Tecidos: podem ser naturais, mas os mais utilizados em sinalização são sintéticos, dentre os quais se destaca a microfibra, o *voil* e o black-out. Elementos em lona também têm larga aplicação podendo ser sintéticos (polimérica) ou em tecido e tem acabamento brilhante, fosco, dupla-face, perfurada e mega-lona (para grandes formatos). Como novos tecidos, tem-se a utilização do *WidePrint,* tecido para impressão digital 100% poliéster com filme de revestimento acrílico de alta resistência, recoberto com tratamento para resultar em alta definição de impressão.

Compósitos: no sentido mais amplo pode-se definir material composto ou compósito como um produto onde dois ou mais elementos são combinados em uma estrutura para obter vantagens e melhorias que nenhum dos componentes poderia fornecer isoladamente. Em sinalização é comum encontrar-se materiais compósitos como o concreto armado (reforçado com aço) ou elementos compostos por resina polimérica reforçada por fibras de vidro.

2.4.3 Materiais sustentáveis em sinalização

Um material ecológico caracteriza-se por ter impacto ambiental mínimo e um rendimento máximo para a tarefa requerida. Os materiais ecológicos são muito fáceis de reintroduzir nos ciclos naturais. Os materiais da biosfera reciclam-se na natureza e os da tecnosfera, reciclam-se nos processos elaborados pelo homem. São eles:

- Materiais que sejam renováveis ou com matéria-prima abundante;
- Materiais com baixa energia incorporada;
- Materiais com alta porcentagem de reciclados;
- Materiais com zero ou baixa emissões de poluentes em sua fabricação;
- Material com certificação ambiental ou de procedência;
- Materiais orgânicos.

Neste contexto, dentre as opções colocadas pela indústria, têm-se os seguintes exemplos de materiais sustentáveis em sinalização:

Paper Stone: marca registrada de Paneltech Products Inc. É a única superfície sólida de aplicação em arquitetura certificada pelo Programa SmartWood da Rainforest Alliance para os padrões do FSC (*Florest Stewardship Council* ou Conselho para o Manejo Florestal) para a utilização de papel 100% reciclado pós-consumo. É inteiramente feito de ceras naturais (de abelha e carnaúba). O PaperStone Finish ajuda a preservar a proteção UV para aplicações no exterior. É encontrado comercialmente nas medidas: chapas de 1,52m x 3,65m, com espessura de 1,80cm, 2,50cm e 3,20cm.

Tree Form Ecoresin: a 3form é uma empresa do Grupo Hunter Douglas, que se intitula a principal fabricante de materiais sustentáveis para a indústria mundial de arquitetura e design. É precursora no mundo no desenvolvimento de produtos de ecoresina, (placa feita de 40% de poliéster reciclado, acrílico e vidro) oferecendo um elevado nível estético sem comprometer a segurança, versatilidade e responsabilidade ambiental. O sistema utiliza até 40% de conteúdo reciclado (linha Varia), desde materiais inorgânicos a orgânicos, além de utilizar cores e texturas para o desenvolvimento de painéis de ecorresina.

Madeira de Reflorestamento e Madeiras Certificadas: a certificação é atribuída por órgãos certificadores independentes (FSC, entre outros), sendo destinada a detentores de planos de manejo que respeitem uma série de critérios socioambientais mais exigentes. O custo de produção da madeira certificada ainda é um pouco mais alto. Entre as madeiras de reflorestamento mais comuns, estão a araucária ou pinho-do-paraná, o cinamomo, o eucalipto, o pinus, a grevílea e a madeira Teca.

Madeira Biosintética: a madeira plástica é um produto relativamente novo, ecologicamente correto, fabricado a partir da transformação de matérias-primas reaproveitáveis, naturais ou não, e de materiais recicláveis, como resíduos de diversos tipos de plásticos e fibras vegetais (figura 3). Desse processo resultam peças que podem imitar e/ou substituir a madeira natural com vantagens. A base do produto é qualquer tipo de plástico reciclável, ao qual se pode agregar até 40% de fibras vegetais, tais como serragem, fibra de coco, bagaço de cana, bambu, borra de café, sisal, juta, sabugo de milho, casca de arroz, raspas de couro, algodão, folhas, e mais uma infinidade de outras. O processo de fabricação deste tipo de material, denominado, por exemplo, como ecowood®, tem sua base na aplicação de tecnologias sem queima de combustíveis

fósseis. Este material pode ser cortado, serrado, pregado, aparafusado ou fixado com encaixe e cola, enfim, pode ser tratado da mesma forma que a madeira natural e é comercializado em perfis (tábuas). Ainda pode ser pintado ou pigmentado e receber a aplicação de aditivos como proteção anti-chama ou anti-UV. Não absorve ou retém umidade, dispensa a aplicação de resinas seladoras e vernizes, resiste à corrosão natural ou química, pode ser lavada com água e sabão.

Figura 3: Exemplos de elementos de sinalização com preocupações sustentáveis.
Fonte: http://www.acornsign.com/green/

Chapa PET reciclado pós-consumo: são laminados de plástico reciclado (lâminas de PET reciclado pós-consumo) que são aplicados em diversos segmentos. Resistente a solventes e à corrosão; difícil de quebrar. Boa resistência a flexão, mecânica e ao impacto, aceita impressão direta e dobras a frio (espessuras inferiores a 1,5mm). Aceita o corte em guilhotina e jato d'água e impressão UV direto na chapa. Disponível comercialmente em chapas de 2x1m com 2mm na cor branca opaca, transparente e verde translúcido.

Chapa reciclada longa vida: chapa fabricada com a reciclagem de embalagens longa vida pré-consumo. Composta por plástico, papel e alumínio proveniente de indústria de flexíveis, laminados ou metalizados de PE (polietileno) PP (polipropileno) e PET (poliéster), 100% reciclados. É colorido conforme material reciclado ou com opção de um lado ou os dois revestido de papel reciclado cinza além de ser impermeável e imune a pragas. Ainda pode ter acabamento brilhante, fosco, opaco, texturizado. Possui alta durabilidade (aproximadamente 80 anos). É comercializada em placas de 3x1,10m com espessuras de 3 à 5mm; 2,20x1,10mm com espessuras de 3 à 10mm.

2.5 Considerações sobre os principais materiais aplicados em sinalização

Segundo Pereira e Vieira (2009), entre os materiais acima citados são considerados recicláveis o bronze e o latão (entre os metais); os vidros planos, esmaltados, de baixa emissividade, laminados e borosilicato; o tecido sintético

e a resina. E, são considerados altemente recicláveis, entre os metais, o alumínio e o aço inoxidável; o acrílico entre os sintéticos.

A aplicação de madeiras e pedras, como materiais naturais, está condicionada a busca de fontes sustentáveis, que não causem maior dano ao meio ambiente ou desaparecimento de alguma espécie ou mineral.

São nocivos ao ar os tecidos plásticos com policloreto de vinilia (PVC) ou policarbonato em sua composição.

Deve-se ainda priorizar o uso de materiais certificados, biodegradáveis, minimamente processados, que dão origem ao mínimo de resíduos e sejam facilmente reutilizados, recilados ou corretamente eliminados. Assim como extraídos de fontes que renovem-se rapidamente, de origem ou fabricação local e parcialmente ou totalmente recicláveis.

No que diz respeito aos tipos de aplicação da informação nos diferentes tipo de substratos, tal como gravação e impressão, Pereira e Vieira (2009) recomendam que se privilegie o uso de tintas com níveis reduzidos ou nulos de COV (Compostos Orgânicos Voláteis) e/ou tintas e revestimentos à base de água ou óleos vegetais, como óleo de linhaça ou milho e que os mesmos sejam de longa duração, principalmente para os ambientes externos. Ainda, o uso de revestimentos em pó com níveis reduzidos de COV, aplicados com carga elétrica e sem solventes e de adesivos à base de água.

Por fim, recomendam o uso de processos de impressão que utilizem tintas à base de água, transferência térmica ou elétrica ao invés de solventes tóxicos. E, que de maneira geral, possa-se optar por processos eco-conscientes, com planos de eliminação de resíduos e vapores, reutilização de produtos químicos e sucata, assim como optar por processos que demandem o mínimo de energia para o processamento, produção, acabamento e instalação de produtos e sistemas de sinalização.

3. Estratégias para o desenvolvimento sustentável de projetos de sinalização

Segundo Pereira e Vieira (2009), algumas estratégias podem ser descritas para o desenvolvimento sustentável aplicáveis a diferentes tipos de projetos e abrangem:

- Seleção de materiais e processos: uso de materiais certificados e/ou que impliquem em menor impacto ambiental compreendendo a análise dos materiais disponíveis e suas características, assim como avaliação dos processos de transporte, fabricação, instalação e descarte ao fim da vida útil.
- Pesquisa, projeto e especificação: destaca como a intenção criativa responsável do designer, expressa através do projeto e especificações do mesmo, pode contribuir para a sustentabilidade na medida em que é concebido e desenvolvido levando em consideração o bom aproveitamento de materiais, como por exemplo através de modulação em função do aproveitamento máximo da forma como o material é fornecido, como chapas. Além da correta especificação dos materiais selecionados e seus processos de fabricação. A modulação ainda pode ser muito importante na criação de sistemas mais flexíveis que podem

ser facilmente alterados ou atualizados, além de possibilitar a recuperação, reutilização ou reciclagem apenas das parte descartadas.

- Qualidade x Sustentabilidade: ao contrário do que muitas vezes imagina-se, a sustentabilidade não é incompatível com excelência no resultado final.
- Relação custo x benefício: pela gestão adequada dos materiais especificados através da correta seleção dos mesmos assim como dos processos de fabricação, o impacto financeiro sobre os gastos gerais pode ser mínimo, quando não representar até economia em relação aos materiais e processos convencionais a longo prazo.
- Qualidade do ar: objetiva especificar produtos e processos que contenham níveis reduzidos de COV que emitem poluentes no ar.

4. Considerações Finais

O tema sinalização é muito abrangente, e torna-se ainda mais complexo quando pensado em conjunto com a seleção de materiais e processos produtivos. Neste contexto destaca-se a importância da pesquisa desenvolvida na disciplina de Projeto Integrado I dos cursos de Design de Produto e Design Visual da XXX.

Pode-se dizer que um adequado sistema de sinalização é indispensável quer seja para orientar, organizar e/ou facilitar o uso de um ambiente quanto para prevenir maiores transtornos e acidentes. A configuração adequada deste sistema (materiais e composição visual) atua positivamente na percepção do usuário, de forma a atingir resultados mais satisfatórios.

Como resultado final desta pesquisa e dos trabalhos desenvolvidos na disciplina, tem-se o pleno entendimento por parte dos alunos da necessidade da integração entre as diversas áreas de conhecimento em design. Também, da importância da criação de conhecimento teórico-prático e repertório para o desenvolvimento e crítica de projetos adequados tanto do ponto de vista estrutural quanto sócio-ambiental, sua abrangência e inter-relação. Desta forma, espera-se que este profissional conheça as características fundamentais e específicas dos diferentes materiais e processos produtivos a sua disposição, assim como saiba avaliar e especificar os materiais mais adequados de acordo com seus efeitos sobre o meio ambiente.

5. Referências

ADG ASSOCIAÇÃO DOS DESIGNERS GRÁFICOS (Brasil). ABC da ADG: glossário de termos e verbetes utilizados em design gráfico. São Paulo: ADG, 2000.

ACORNSIGN. All about green. http://www.acornsign.com/green (acessado em 23/08/2010).

BASTOS, Roberto Severo. Sinalização: a Comunicação Visual a serviço da identidade e dos ambientes. In: MAGALHÃES, Eliane [et al.] (orgs.). Pensando Design. Porto Alegre: UniRitter Ed., 2004.

BORMIO, M.F., PLÁCIDO, J.C.S., PACCOLA, S.A.O. O papel da ergonomia da informação (sinalização) no ambiente de trabalho. São Paulo. In: XIII SIMPEP, 2005.

FOLLIS, John; HAMMER, Dave. Architectural Signing and Graphics. New York: Whitney Library of Design, 1979.

GIBSON, David. The Wayfing Handbook. New York: Princeton Architectural Press, 2009.

MARQUES, A.C. Análise de Similares: Desenvolvimento de uma Metodologia de Seleção de Materiais e Ecodesign. Tese (Mestrado em Engenharia de Materiais) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais-PPGEM, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2008.

MORAES, A. Ergodesign do Ambiente construído e Habitado: Ambientes Urbano, Ambiente Público, Ambiente Laboral. Rio de Janeiro: Ed. iUsEr, 2004.

PEREIRA, Clauciane V.; VIEIRA, Milton L.H. Design gráfico ambiental para a sustentabilidade. Anais do 2° Simpósio Brasileiro de Design Sustentável (II SBDS) Rede Brasil de Design Sustentável – RBDS. São Paulo, 2009.

PAULA, Caco de. O futuro a gente faz agora. In: Projeto Planeta sustentável. <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/sustentabilidade/conteudo_226382.shtml>, 20/04/2009.

PEARSON, Naomi. How green is green? In SEGD Design. N. 28/2010.

UEBELE, Andreas. Signage System & Information Graphics. London: Thames & Hudson, 2007.

ANÁLISE COMPUTACIONAL DE TENSÕES APLICADO EM PRÓTESE DE QUADRIL

Adriano José Sorbile
Gilbert da Silva
Eliandra de Sousa

Universidade do Vale do Paraíba - UNIVAP

Resumo

Na Artroplastia Total de Quadril (ATQ) o desafio biomecânico é enorme, pois uma carga dinâmica maior que o peso corporal deverá ser sustentado, gerando muitas vezes falhas. As falhas são por vários os motivos como: desgaste na articulação, carregamento mecânico, design da prótese e ambiente corrosivo onde a prótese é colocada.

O objetivo desse estudo é avaliar as tensões aplicadas no componente femoral e no componente acetabular da prótese de fêmur no momento de maior propulsão da marcha, utilizando sistemas computacionais que permitam a simulação por meio do Método de Elementos Finitos (MEF). O trabalho objetiva também comparar e verificar qual combinação de materiais sofre menos tensão e, por consequência, menor desgaste.

A análise conjunta dos resultados obtidos e da literatura relacionada permitiu indicar as direções de carregamento para estudos do fêmur proximal. O estudo cria um modelo computadorizado, no qual o componente acetabular, fixado na posição determinada, estabelece contato cinemático global sem os componentes se fundirem, e com uma esfera que representa a cabeça femoral.

Os resultados foram calculados com a distribuição das tensões de Von Mises, conhecida como teoria de distorção máxima.

O conjunto de materiais que apresentou menor esforço foi o aço inox juntamente com polietileno, na ordem de 2805669,6 N/m² contra 3133175,43 N/m² do titânio e 3135360,46 N/m² da Liga de Co-Cr-Mo.

A análise identificou o Co-Cr-MO como o material apropriado. Foi também identificado o sistema mais indicado para desenvolvimento de próteses de quadril: a liga Co-Cr-Mo pela baixa tensão demonstrada na simulação.

Palavras-chave: Artroplastia total de quadril; método de elementos finitos; desgaste dos biomateriais, marcha humana

Abstract

The Total Hip Arthroplasty presents an important biomechanical challenge since it deals with a dynamic load bigger than the body

weight of a person. And such mechanical approach can generate possible failures caused specifically by: drilling, debris, mechanical load, prostheses design and the corrosive area in which is fixed.

The goal of this work is to evaluate the main applied tensions in a femoral component and in an acetabular component located in a femoral prosthesis during a march using simulation software and the Finite Element Method (FEM).

The research aims to check and to compare what is the best material combination that suffers less tension and drilling. The result analysis and the literature pointed out the main loads regarding the proximal femur. And it developed a software model when an acetabular component, fixed in a specific position, sets a close and whole contact without casting all its components, through a sphere that represents the femoral head.

The results were calculated altogether with Von Mises known as Maximum Distortion Theory.

The set of materials that presented the less efforts was the stainless still with a 2805669,6 N/m² polyethylene vs. titanium 3133175,43 N/m² and 3135360,46 N/m² from a Co-Cr-Mo alloys.

The analysis identified Co-Cr-MO as the most appropriated material. And it was identified a suitable system to develop hip prosthesis: a Co-Cr-Mo alloy since its low tension presented during the simulation tests.

Keywords: total hip arthroplasty; finite element method; wear of biomaterials, human gait

1 - INTRODUÇÃO

A falha de um implante de quadril está, geralmente, associada ao processo de desgaste na articulação que libera partículas dos materiais envolvidos, causando reações biológicas de infecção e a perda de fixação do implante. Outros fatores podem estar associados à falha prematura do implante como: o carregamento mecânico (sobrecarga, impacto e fadiga), o design da prótese, o ambiente corrosivo onde a prótese é colocada, falha na seleção, projeto e fabricação do implante, má colocação, danificação do implante durante a cirurgia ou, ainda, devido à pouca qualidade óssea do paciente (RAVAGLIOLI; KRAJEWSKI, 1992).

Estudos, em longo prazo, têm mostrado altas taxas de afrouxamento dos componentes protéticos, complicação que aumenta progressivamente com o passar do tempo. Charnley (1979) relata nos primeiros trabalhos realizados uma frequência significativa de osteólise, ou seja, fragmentação de osso associada à infecção.

Outro processo que pode gerar a falência são as partículas do poliestileno acetabular, que desencadeiam um processo biológico de reação granulomatosa de corpo estranho ao redor dos componentes femoral e acetabular e, desse modo e na maioria dos pacientes, provocam a soltura dos mesmos.

O objetivo desse estudo é, portanto, avaliar as tensões aplicadas no componente femoral e no componente acetabular da prótese de fêmur no momento de maior propulsão da marcha, utilizando sistemas computacionais que permitam a simulação por meio do Método de Elementos Finitos (MEF). Objetiva, também, identificar e verificar se a influência dessas forças nas próteses pode resultar em um maior desgaste do sistema, considerando os materiais utilizados e suas variações de propriedades. Mais ainda, o trabalho objetiva comparar e verificar qual combinação de materiais sofre menos tensão e, por consequência, menor desgaste.

2 – REVISÃO DA LITERATURA

As superfícies articulares presentes no acetábulo, região que envolve o fêmur e o quadril, compõem-se de dois elementos: o fêmur, com uma esfera revestida de cartilagem, e por parte do quadril, uma concavidade esférica também revestida por cartilagem com função e medidas adequadas para receber a cabeça femoral que nela se aloja. Na Figura 1, observa-se o diagrama esquemático das articulações da bacia humana.

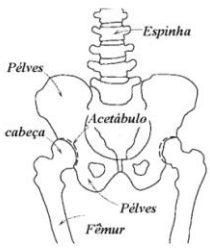


Figura 1: Diagrama esquemático das articulações da bacia humana e dos componentes adjacentes do esqueleto.

Fonte: (CALLISTER JR.; WILLIAN, 2002)

Um projeto de implantes é um problema complexo e multidisciplinar. E, na artroplastia total de quadril, o desafio biomecânico é enorme porque uma carga dinâmica maior que o peso corporal deverá ser sustentada.
Basicamente, duas funções devem ser cumpridas por uma haste femoral:

a) Possibilitar características de movimento adequadas;
b) Transferir as cargas mecânicas da articulação para o osso hospedeiro.

A biomecânica do quadril envolve o conhecimento das forças atuantes na articulação e na musculatura associada.
Para descrever as forças que agem sobre o quadril, o peso corporal pode ser descrito como uma carga aplicada sobre um braço de alavanca que se estende do centro de gravidade corporal ao centro da cabeça do fêmur.
Durante a aplicação de uma carga, as forças exercidas são transmitidas do centro de gravidade para a cabeça e o colo do fêmur, num ângulo de 165° a 170°, independente da posição da pelve (TUREK, 1991). A Figura 2, a seguir, mostra uma representação da força de compressão total sobre o quadril, na posição em pé sobre um membro inferior.

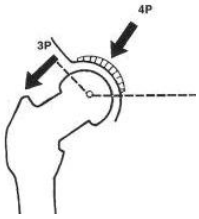


Figura 2: Esquema da força de compressão que atua sobre o quadril, na posição em pé sobre um membro inferior, mostrando que a carga pode atingir quatro vezes o peso do corporal durante a marcha. Fonte: (CORRIGAN; MAITLAND, 2000).

A carga estimada sobre a cabeça femoral na fase de postura da marcha, demonstrada na Figura 5, é igual à soma das forças criadas pelos abdutores e pelo peso corporal e é, pelo menos, quatro vezes o peso corporal. Mas, quando correndo, elevando ou pulando, essa carga pode ser de 10 a 12 vezes o peso corporal. O carregamento cíclico age em planos diferentes com frequência maior que um milhão de repetições durante um ano (CAMPBELL, 1998).
Pedersen; Brand e Davy (1997) coletaram as informações cinemáticas e cinéticas necessárias para calcular as forças de contato na articulação do quadril empregando próteses instrumentadas, plataformas de força para medir a força de reação do solo, e cinemetria (filmagem do movimento) durante a caminhada com velocidade constante de 0.89 m/s.
A análise conjunta dos resultados obtidos e da literatura relacionada permitiu a esses pesquisadores concluírem que as maiores cargas na cabeça femoral possuem direção aproximadamente constante independentemente da atividade, sendo, então, razoável selecionar uma ou poucas direções de carregamento para estudos do fêmur proximal. Em contraste, a direção do carregamento varia consideravelmente no acetábulo de acordo com a atividade realizada. É importante ressaltar que as características cinemáticas e as

características de transferência de cargas dinâmicas da articulação do quadril constituem a base para o projeto mecânico das próteses de quadril.
Na Tabela 1, estão apresentadas as forças resultantes no quadril, aplicadas no centro da cabeça do componente femoral em 16 instantes da marcha, quando foram determinadas, experimentalmente, em um paciente com prótese total de quadril, de acordo com Brand et al. (1994), com suas componentes cartesianas.

Tabela 1: Forças em 16 instantes da marcha de acordo com as componentes cartesianas, em newtons.

Posição	Fx	Fy	Fz
1	270	650	750
2	250	550	600
3	550	900	800
4	700	1.100	800
5	720	1.200	850
6	600	1.300	870
7	500	1.100	650
8	415	900	400
9	600	1.150	470
10	650	1.350	470
11	700	1.550	650
12	750	1.900	750
13	600	1.550	700
14	320	900	470
15	320	1.250	570
16	100	500	300

Tabela 1 - Fonte: Brand et al. (1994)

Dentre os biomateriais metálicos mais usados em implantes ortopedicos, os aços inoxidáveis, principalmente os austeníticos do tipo 316 (ASTM F-138), Ligas Co-Cr-Mo (ASTM F-75, F-799), Co-Ni-Cr-Mo (ASTM F-562), Titânio puro e Ti-6Al-4V (ASTM F-67 e F-136) (ORÉFICE; PEREIRA; MANSUR, 2006). Eles possuem uma ampla aplicação em ortopedia, principalmente na confecção de próteses articuladas, e, ainda, como elementos estruturais na fixação de fraturas, nas osteossínteses.
Os polímeros usados como biomateriais são comumente chamados de biopolímeros. Uma variedade desse tipo de material vem sendo usada em aplicações biomédicas devido as suas características físico-químicas e versatilidade estrutural, o que permite adequá-lo em termo das propriedades requeridas para cada aplicação específica. Dentre os polímeros mais usados, há aqueles de origem natural ou sintética, podendo ser biodegradáveis ou estáveis quando expostos ao ambiente corpóreo (ORÉFICE; PEREIRA;

MANSUR, 2006). No transplante de quadril o Polietileno de ultra alto peso molecular (PEUAPM ou UHMWPE), é o mais usado.

A análise cinética da marcha é uma descrição do movimento humano em termos de força e essas forças podem ser internas e externas.

Forças internas incluem o resultado da atividade muscular e as forças externas são conhecidas como forças de reação do solo (TREW; EVERETT, 1997).

A força é descrita por três componentes:

a) Magnitude, que indica a intensidade da força;
b) Direção, que requer a especificação de um sistema de coordenadas e
c) Sentido de deslocamento.

A terceira lei de Newton é especialmente importante para a locomoção. A lei de ação e reação afirma que as forças são sempre compostas aos pares, iguais e em direções contrárias de modo que se um corpo é empurrado contra o outro, o segundo empurrará de volta o primeiro, com força da mesma magnitude. Portanto, a força de reação do solo nada mais é do que uma aplicação direta da terceira lei de Newton.

A direção e a magnitude da força de reação coincidem com a direção e a magnitude do movimento do centro de massa do corpo (CAMPOS et al., 2001).

As forças de reação do solo que, durante a marcha, podem ser mensuradas através de plataforma de força. Essa variável biomecânica mostrou ter um comportamento padrão constante e repetitivo, independentemente das condições do solo, da idade do individuo ou da velocidade da marcha. Esse padrão apresenta determinadas características que podem ser alteradas devido ou às condições ambientais ou às do indivíduo com características patológicas. Porém, sua forma geral é constante e regular (AMADIO; BARBANTI, 2000).

3 - MATERIAIS E METODOS

O ponto de partida para a analise é um modelo de uma peça ou montagem, onde são atribuídas as propriedades de materiais e a definição de carga e restrições, tendo como próximo passo o processo de discretização, mais conhecido com geração de malha, que divide a geometria em entidades relativamente pequenas e com formas relativamente simples, chamadas de elementos finitos para enfatizar que eles não são infinitamente pequenos, mas, apenas, relativamente pequenos em relação ao tamanho do modelo.

Quando se trabalha com elementos finitos, o programa de resolução (*solver*) do MEF aproxima a solução desejada (por exemplo, deformação ou tensão) para todo o modelo por um conjunto de simples soluções individuais para cada elemento.

A análise computadorizada no desenvolvimento de um produto e a determinação de seu comportamento estrutural pode garantir que não ocorram falhas nas condições normais de operação e, também, em situações críticas. Portanto, elimina-se o processo de tentativa e erro com redução de prazos e de custos de desenvolvimento na fabricação de protótipos, ferramentas e do produto.

A análise em estudo leva em consideração as forças aplicadas à marcha humana com o uso de prótese de anca, e se isso pode influenciar no desgaste

dos materiais utilizado no sistema.
Para determinar o desempenho do sistema foram seguidas as especificações que determinam o desempenho de implantes de quadril submetido a carregamentos. Os ensaios utilizados nesse estudo é um carregamento estático.
O estudo cria um modelo computadorizado, no qual o componente acetabular, rigidamente fixado na posição previamente determinada, estabelece contato cinemático com uma esfera que representa a cabeça femoral.

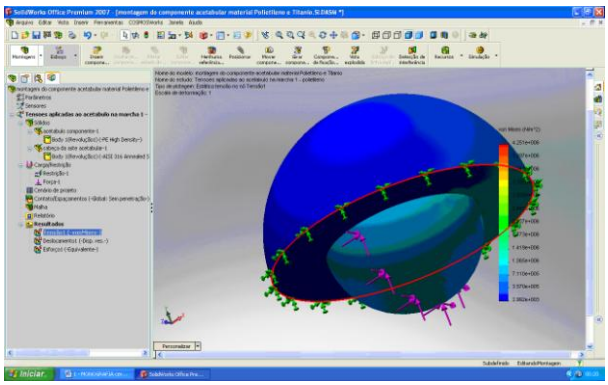


Figura 3: Análise com os resultados - Cosmosworks 2007

Foi modelado um sistema que deu condições de avaliar pelo método de elementos finitos as tensões mecânicas que agem sobre a peça.
Foi feito um desenho tridimensional com a geometria da estrutura.
Com o conhecimento das características físico-estruturais dos materiais em contato, foi analisado o comportamento da porção acetabular e femoral segundo as cargas aplicadas e a orientação espacial das forças nos componentes.
A morfologia do objeto modelado é baseada em modelos utilizados no mercado foi estipulado o material com suas propriedades, selecionamos o instante de maior carregamento para análise, as forças conforme o estudo são, 750 N, na direção x: 1900 N e na direção Y: 750 N na z
A análise foi feita com contato global sem penetração, ou seja, os componentes não se fundem. Depois a discretização do sistema, mais conhecido como geração de malha e por fim a análise com os resultados com a distribuição das tensões de Von Mises.
O critério de tensão máxima de Von Mises é baseado na teoria Mises-Hencky, também conhecida como teoria de energia de cisalhamento ou teoria de distorção máxima.
Nesta teoria, um material maleável começa a ceder em um local onde a tensão de Von Mises se torna igual ao limite de tensão. Na maioria dos casos, o limite de resistência é usado como limite de tensão. No entanto, o software permite usar a tração máxima ou definir o seu próprio limite de tensão.
A tensão de Von Mises é então expressa pela equação (1) abaixo

$$\sigma_{eq} = \sqrt{0{,}5[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_{2-}\sigma_3)^2 + (\sigma_{3-}\sigma_1)^2]} \quad (1)$$

Figura 12: Tensão de Von Mises
Fonte: ALVES (2000)

Vale destacar que a tensão de Von Mises é um valor escalar não negativo. Esse modelo de tensão é comumente utilizado para avaliar tensões estruturais por que muitos materiais de engenharia apresentam propriedades elastopásticas, como o aço, por exemplo. Esses materiais são melhor descritos utilizando Von Mises.

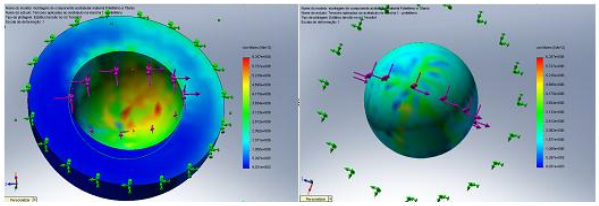
A análise do sistema foi feita a partir dos dados colhidos na pesquisa e leva em consideração as propriedades dos materiais utilizados na montagem do componente acetabular e as forças resultantes no quadril, aplicadas na cabeça do componente femoral no instante de maior tensão com os seguintes sistemas:

a) Análise 1 - PE High Density / Ti-6Al-4V
b) Análise 2 - PE High Density / AISI 316 Annealed Stainless Steel Bar (SS)
c) Análise 3 - PE High Density / Co-Cr-Mo

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do sistema foi realizada a partir dos dados colhidos na pesquisa e leva em consideração as propriedades dos materiais utilizados na montagem do componente acetabular e as forças resultantes no quadril, aplicadas na cabeça do componente femoral no instante de maior tensão, que corresponde à fase ativa do movimento onde ocorre a propulsão. Conforme a Tabela 2, no momento 12, com as seguintes forças 750 N na direção do plano X, 1900 N no plano Y e 750 N na direção do plano Z. A distribuição da carga foi uniforme e o carregamento seqüencial. As forças aplicadas nas 3 análises foram iguais, e no mesmo local em relação aos planos cartesianos. No sistema, o tipo de contato entre os componentes são: faces em contato-nó a nó.

Os resultados mostrados na figuras 4 levam em consideração a análise do componente acetabular, utilizando o polietileno em contato com o titânio. A figura mostra as distribuições de tensões aplicadas, onde na parte avermelhada se encontra uma maior concentração de tensão. Os resultados da figura 5 leva em consideração a análise do componente femoral utilizando o titânio.em contato com o polietileno. A simulação evidencia as tensões aplicadas e as suas distribuições pelas quais a região de cor amarelada é onde se encontra uma maior concentração de tensão. Nota-se que existe uma concentração de tensão maior no componete acetabular em relação ao componente femoral devido à diferença de resistência mecânica entre os materiais analisados.



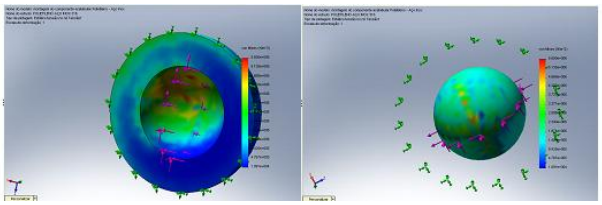
Figuras 4 e 5:Análise com os resultados do componente femoral e acetabular– polietileno e titânio

A tabela 2 indica os resultados pre-determinados de tensão de Von Mises utilizando a equação (3), assim como as tensões mínimas e máximas nos nós e sua localização. O software também indica o deslocamento entre o polietileno e o titânio, com valores mínimos e máximos e a localização.

Tabela 2: Resultados pre-determinados - polietileno e titânio

Nome	**Tipo**	**Mín.** N/m²	**Local (mm)**	**Máx.** N/m²	**Local (mm)**
Tensão 1 N/m² (Pa)	VON: tensão de Von Mises	9030.86 Nó: 521	-11.5135	6.25732e+006 Nó: 5177	5.25494
			-7.11332		2.79526
			13.7907		-9.16553
Deslocamento1 (mm)	URES: Deslocamento resultante	0 mm Nó: 1	25.5378	0.100752 mm Nó: 9206	(4.8424
			-7.11332		-1.03895
			0 mm		12.173

Os resultados, mostrados na figura 6, levam em consideração a análise do componente acetabular, utilizando o polietileno em contato com o aço inox. A figura mostra as distribuições de tensões aplicadas, revelando na parte avermelhada uma maior concentração de tensão. Os resultados, mostrados na figura 7, consideram a análise do componente femoral utilizando o aço inox em contato com o polietileno. A simulação evidencia as tensões aplicadas e as suas distribuições pelas quais a região de cor amarelada é onde se encontra uma maior concentração de tensão. Nota-se que nessa analise existe, também, uma concentração de tensão maior no componente acetabular em relação ao componente femoral. No entanto, em comparação com o estudo utilizando o material titânio e o Co-Cr-Mo, ocorre uma maior tensão.no aço inox



Figuras 6 e 7: Análise com os resultados do componente femoral e acetabular– polietileno e aço inox

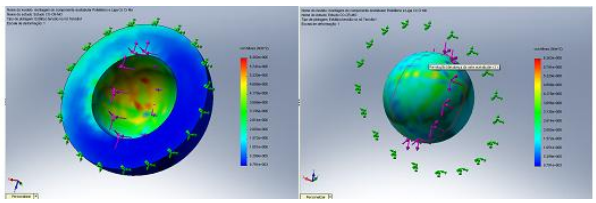
A tabela 3 indica os resultados pré-determinados de tensão de Von Mises

utilizando a equação (3), assim como as tensões mínimas e máximas nos nós e sua localização. O software também indica o deslocamento entre o polietileno e o aço inox, com valores mínimos e máximos e a localização.

Tabela 3: Resultados predeterminados - Polietileno e Aço Inox

Nome	**Tipo**	**Mín.** N/m²	**Local (mm)**	**Máx.** N/m²	**Local (mm)**
Tensão1 N/m² (Pa)	VON: tensão de Von Mises	1090 9.2 Nó: 522	-11.4158	5.60043e+006 Nó: 5177	5.25494
			-7.11332		2.79526
			11.1205		-9.16 53
Deslocamento1 (mm)	URES: Deslocamento resultante	0 mm Nó: 1	25.5378	0.08 7090 5 mm Nó: 7652	4.99979
			-7.11332		2.48942
			0		12.7 528 3

Os resultados, mostrados na figura 8, levam em consideração a análise do componente acetabular, utilizando o polietileno em contato com a Liga Co-Cr-Mo. A figura mostra as distribuições de tensões aplicadas e a parte avermelhada onde se encontra uma maior concentração de tensão. Os resultados, mostrados na figura 9, leva em consideração a análise do componente femoral utilizando o Co-Cr-Mo em contato com o polietileno. A simulação evidencia as tensões aplicadas e as suas distribuições, pelas quais a região de cor amarelada é onde se encontra uma maior concentração de tensão. Nota-se que existe uma concentração de tensão maior no componente acetabular em relação ao componente femoral. Isso se deve à diferença de resistência mecânica entre os materiais analisados.



Figuras 8 e 9: Análise com os resultados do componente femoral e acetabular– polietileno e aço inox

A tabela 4 indica os resultados pré-determinados de tensão de Von Mises utilizando a equação (3), assim como as tensões mínimas e máximas nos nós e sua localização. O software também indica o deslocamento entre o polietileno e o Co-Cr-Mo, com valores mínimos e máximos e a localização.

Tabela 4: Resultados predeterminados polietileno e Co-Cr-Mo

Nome	**Tipo**	**Mín.** N/m²	**Local (mm)**	**Máx.** N/m²	**Local (mm)**
Tensão 1	VON: tensão de Von Mises	8790.92 Nó: 521	-11.5135	6.26193e+006 Nó: 5177	5.25494
			-7.11332		2.79526
			13.7907		-9.1653
Deslocamento1	URES: Deslocamento resultante	0 mm Nó: 1	25.5378	0.100752 Nó: 9206	4.8424
			-7.11332		-1.03895
			0		12.173

Na simulação, os resultados apresentam os seguintes números: Conforme Tabelas 2, 3 e 4, que levam em consideração local e o nó onde a parte avermelhada representa uma maior tensão de Von Mises, e onde se observa que entre os materiais Co-Cr-Mo, Titânio e o Aço Inox existe uma tensão decrescente, ou seja, a tensão no Co-Cr-Mo é maior em relação ao Titânio e, respectivamente, ao Aço Inox.

O conjunto de materiais que apresentou menor tensão segundo a análise foi o aço inox juntamente com polietileno, na ordem de 2805,66 kPa contra 3133,17 kPa do titânio e 3135,36 kPa da Liga de Co-Cr-Mo.

Considerando-se que as superfícies de articulação do componente acetabular e a cabeça femoral deslizem uma sobre a outra, o desgaste deve ser minimizado pelo emprego de materiais com baixo coeficiente de atrito e duros quanto possível na sua superfície. A análise identificou qual material que, em contato com o polietileno, apresenta a maior tensão e, por consequência, a probabilidade de causar um desgaste maior do mesmo. Através do desgaste são geradas partículas fragmentadas chamadas *debris* (CALLISTER JR.; WILLIAN, 2002; SOUTO et al., 2004), que podem ocasionar a falência do implante. A análise identificou que o polietileno, em contato com um material

que apresente um grau de dureza maior, tende a sofrer um desgaste maior Porém, o desgaste do Co-Cr-Mo, por ser um material de baixo coeficiente de atrito, não deverá sofrer esse desgaste acentuado.

5 - CONCLUSÃO

Pela análise de tensões de Von Mises, o software conseguiu identificar qual o sistema mais indicado para o desenvolvimento de próteses de quadril. No caso analisado, a liga Co-Cr-Mo, pela baixa tensão que a simulação demonstrou e que condiz com a literatura, é o sistema mais indicado.
Também foi demonstrado que o aço inox teve o maior índice de tensão entre os sistemas, indicando, portanto, que a distribuição das tensões se dissipa em uma maior área devido à sua maior ductilidade, a saber, menor resistência mecânica em relação aos sistemas analisados.
O software mostrou ser uma ferramenta eficaz para determinação do melhor material a ser utilizado em implantes de quadril, possibilitando assim realizar simulações em diversos tipos de materiais com ganho de tempo e diminuição custos.

6 - REFERÊNCIAS

AMADIO, A. C.; BARBANTI, V. J. A biodinâmica do movimento humano e suas relações interdisciplinares. São Paulo: Estação Liberdade, p. 45-70, 2000.

BRAND R. A. et al. Comparison of hip force calculations and measurements in the same patient. J Arthroplasty 9: 45-51, 1994.

CALLISTER, W. D. Jr. *Ciência e engenharia de materiais:* uma introdução. 5. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. 2002. 589 p.

CAMPBELL, W. C. Cirurgia Ortopédica de Campell. São Paulo: Manole, 1998. 2 v.
CAMPOS, A. O. et al. Análise das alterações biomecânicas da marcha durante a adaptação da caminhada em esteira; TG - UNIVAP 2001.

CHANLEY, J.: Arthroplasty of the hip. A new operation. Lancet 1: 1129, 1961. 4. Charnley, J.: Low friction arthroplasty of the hip. Theory and practice, 1979.

CORRIGAN, B.; MAITLAND, G. D. Prática clínica. Ortopedia e reumatologia. Diagnóstico e tratamento. São Paulo: Editorial Premier, 2000.

RAVAGLIOLI, A.; KRAJEWSKI, A. Bioceramics: materials properties, applications. New York, Chapman & Hall, 1992.

TREW, M.; EVERETT, T. Evaluating and Measuring Human Movement. In: Human movement: An Introductory Text. 3: Ed; New York: Churchill Livingstone, 1997, p. 226-240.

TUREK, S. L. Ortopedia: princípios e sua aplicação. São Paulo, Manole, 1991.

ORÉFICE, R. L.; PEREIRA, M. M.; MANSUR. H. S. Biomateriais Fundamentos e aplicações Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2006.

AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE BAIXO CUSTO PARA A DIGITALIZAÇÃO TRIDIMENSIONAL DE PARTES DO CORPO HUMANO

Fabio Pinto Silva
Wilson Kindlein Junior
Cláudio Luiz Salvalaio
Andrei Souza Valins

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Resumo

A digitalização tridimensional é utilizada para adquirir modelos em 3D. No Design muitas vezes é necessário velocidade, mas nem sempre alta precisão, como é o caso da digitalização de partes humanas. Esta pesquisa consiste na análise de processos de digitalização para modelos de partes humanas, com foco no desenvolvimento de produtos personalizados. Foram digitalizados moldes em gesso, com um Scanner Fixo de maior precisão, mas lento; com um Scanner Móvel, rápido e sem necessidade de muito processamento computacional; e uma digitalização de baixo custo, de menor precisão.

Palavras-chave: Digitalização tridimensional**,** Scanner laser, Modelos de partes humanas.

Abstract

The 3D scanning is used to acquire tridimensional models. In the Design is often necessary to speed, but not high precision, such as the digitization of human body parts for custom product development. This research is the analysis of scanning processes involving the choice of an efficient, faster and low costs in human parts. Models were scanned with a Fixed Scanner, more accurate but slow, with a Mobile Scanner, quickly and without much computer processing, and scanning of a low-cost, with lower precision.

Keywords: *Tridimensional Digitizing; Laser Scanner; Models of human parts.*

Introdução

A Digitalização Tridimensional é utilizada para capturar dados de objetos em 3D e, auxiliada por softwares, permite obter com grande precisão curvas, detalhes de superfícies e texturas. Através dos modelos digitalizados podem ser realizadas medidas de desgaste, construção de moldes, análises de superfícies, etc., e aplicar os resultados com fidelidade a produtos inovadores. Para estas aplicações, normalmente, são utilizados sistemas de alta tecnologia,

como o Scanner 3D a Laser e sistemas CAD/CAE/CAM. Tais ferramentas requerem elevados investimentos dificultando sua utilização em projetos de baixo custo. No entanto, no Design muitas vezes é necessária a velocidade, mas não toda a precisão que estes sistemas oferecem. É o caso da digitalização de partes do corpo humano para o desenvolvimento de alguns produtos personalizados, ergonômicos e de Tecnologia Assistiva. Nesta área, de acordo com Apatsidis (2002), pessoas com deficiência necessitam assentos personalizados para manter seu conforto e suas funções básicas. Diversas formas de solução têm sido propostas, com foco principalmente na modificação das superfícies de suporte, tanto em relação ao formato quanto às características mecânicas da área de contato. Para se gerar um assento personalizado, um dos problemas está na obtenção dos contornos e formas do corpo humano, o qual pode ser resolvido através do processo de digitalização tridimensional.

Neste sentido, o presente artigo pretende apresentar uma análise de três sistemas de digitalização tridimensional para a obtenção de partes humanas com foco no desenvolvimento de assentos personalizados. São analisados: um equipamento fixo com Laser de Ponto por Sensor Conoscópico, modelo Digimill 3D da Tecnodrill; um equipamento móvel com Laser de Linha por Triangulação, modelo Vivid 9i da Konica Minolta; e uma técnica de triangulação com Laser de Linha e webcam utilizando o software DAVID Laserscanner (versão gratuita).

1. Revisão bibliográfica

Para Freitas (2006) existem diversos sistemas de digitalização tridimensional, dentre os quais podem ser citados: triangulação por Laser, triangulação por cores, fotogrametria digital, fotogrametria por fotografias digitalizadas, radar Laser, tomografia, tunelamento, luz infravermelha com CCD linear e sensor conoscópico a Laser. A seguir são revisadas informações dos três sistemas analisados.

1.1. Digitalização com Scanner Móvel, laser de linha (triangulação)

Um feixe pontual de laser é emitido e, ao atravessar uma lente cilíndrica, torna-se uma linha horizontal (eixo X) de laser que incidirá sobre o objeto a ser medido. O ângulo de incidência é controlado por um espelho galvânico, o qual possui um eixo de rotação capaz de varrer a superfície verticalmente (eixo Y). A luz refletida pelo objeto passa por uma lente focal até incidir no CCD e, através do triângulo formado, é convertida na medida de distância (eixo Z). Adicionalmente, é possível capturar a cor do objeto digitalizado, através de um filtro de cores RGB posicionado em frente ao CCD. O princípio descrito é ilustrado na figura 1. Após ser finalizada a varredura da área superficial de interesse, obtém-se o mapeamento ponto a ponto da superfície do objeto, o qual também pode gerar uma nuvem de pontos.

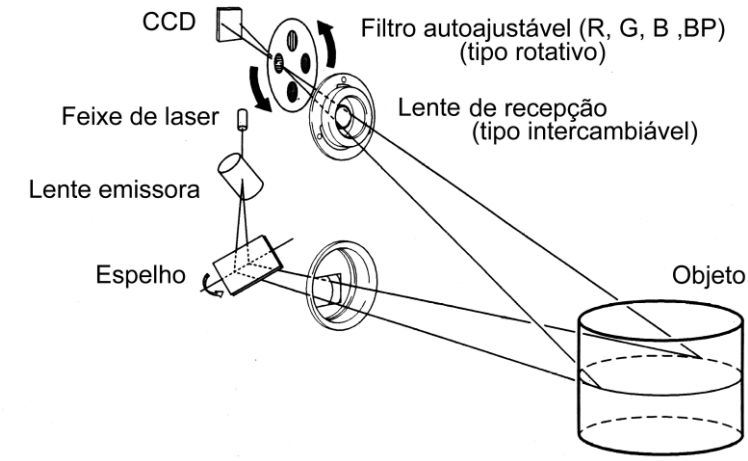


Figura 1: Princípio de Digitalização 3D por triangulação
Fonte: Adaptado de Konica Minolta (2006)

O Scanner 3D, modelo Vivid 9i, da Konica Minolta emite laser de linha vermelho (comprimento de onda 690nm), com uma potência máxima de 30mW. Leva 2,5 segundos por varredura, podendo transferir cerca de 3,6 MB de dados (até 340.000 pontos). As lentes do equipamento são intercambiáveis e definem a área de captura e a precisão de cada varredura. Quanto maior a precisão da lente utilizada, menor será a área adquirida. Assim, para digitalização de objetos maiores é necessário abrir mão da precisão ou realizar várias capturas para então combiná-las através de software. Tipicamente a distância do scanner ao objeto fica na faixa de 0,5 até 2,5m. Podem se alcançar exatidões de até 0,05 mm por eixo, sendo a precisão máxima de 0,008mm no cálculo da coordenada Z por triangulação. A unidade central é portátil, mas deve ser montada em um tripé e acompanhada por um computador (notebook) e um sistema de calibração, por isso o equipamento foi chamado de Scanner Móvel.

1.2. Digitalização com Scanner Fixo, laser de ponto (sensor conoscópico)

Consiste na emissão, através de diodo, de um feixe de Laser que é refletido por um divisor e incide pontualmente sobre o objeto a ser medido. A luz dispersada retorna, passa novamente pelo divisor de feixe (composto de um cristal birrefringente) e é detectada pelo sensor CCD (Dispositivo de Carga Acoplado) conforme a figura 2.

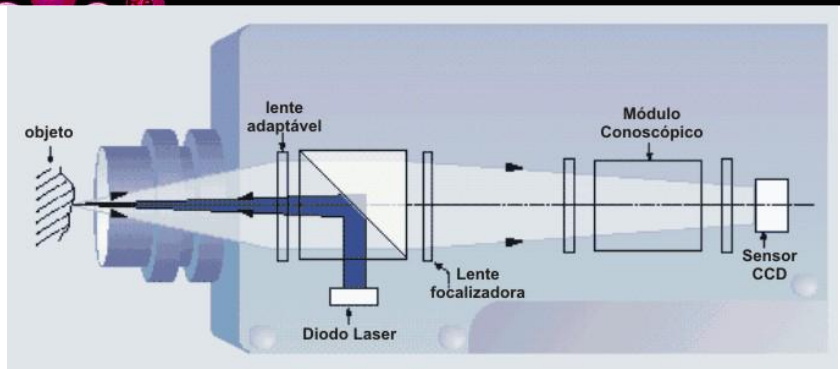


Figura 2: Princípio de operação do sensor conoscópico a Laser
Fonte: Optimet (2005)

O CCD é um sensor formado pelo conjunto de capacitores sensíveis a luz. O cristal birrefringente modifica diferentemente a velocidade de cada raio de luz de acordo com seu ângulo, criando um padrão de franjas com alto contraste no detector CCD. Uma vez que o ângulo do raio de luz é função da distância entre um plano de referência e o ponto de Laser projetado no objeto, esta distância pode ser então determinada pela análise das características do padrão criado. A relação entre o sinal no detector CCD e a distância dos objetos é determinada por um processo preciso de calibração realizado para cada lente objetiva utilizada (OPTIMET, 2005).

O Digimill 3D, fabricado pela Tecnodrill, é um equipamento CNC híbrido (fresa e scanner tridimensional a Laser) que utiliza o cabeçote laser de ponto Optimet, modelo ConoProbe 1.000 (comprimento de onda 655nm), com potência máxima de 1mW. Este cabeçote tem por característica adquirir até 1.000 pontos por segundo, sendo a precisão de sua medida variável conforme a lente utilizada operando em diferentes faixas de aquisição de dados. Estas faixas são menores à medida que é aumentada a resolução da lente. Para grande parte das aplicações pode ser utilizada uma lente de 100mm, devendo-se isto a sua boa resolução e ampla faixa de trabalho. O Scanner 3D funciona movimentando-se no plano dos eixos X e Y, através do CNC, enquanto o Laser mede a altura no eixo Z. A resolução (devido ao posicionamento X e Y) é de até 0,002mm e a precisão máxima (medida Z) atingida com este scanner é de 0,0002mm, com lente de 25mm. Os resultados das varreduras são arquivos de texto com pontos descrevendo a superfície do objeto digitalizado em coordenadas X, Y e Z, chamados nuvens de pontos (SILVA, 2006). Este equipamento apresenta restrição quanto ao tamanho dos objetos devido ao pouco espaço físico disponível na área de digitalização. Em muitos casos é preciso capturar várias vistas do objeto e posteriormente combiná-las através da edição dos pontos em software especializado. Devido ao sensor pontual e à sua precisão, o processo pode tornar-se lento.

1.3. Digitalização com Laser de Linha e webcam (triangulação), software DAVID Laserscanner

Neste método por triangulação, um laser de linha é projetado sobre um objeto, os contornos da forma varrida pelo laser são capturados por uma webcam e

identificados pelo software DAVID Laserscanner desenvolvido por pesquisadores na Universidade de Braunschweig, Alemanha (WINKELBACH, 2006). O software pode ser obtido gratuitamente na Internet, mas com algumas restrições de uso (resolução, montagem e registro das nuvens de pontos). Além do software, são necessários um laser de linha, uma câmera (webcam) e um painel de calibração com padrões. O painel de calibração com padrões para a câmera consiste de dois planos ortogonais contendo em suas superfícies padrões geométricos circulares equidistantes, cuja distância define o fator de escala. Esta calibração determina os parâmetros de aquisição (posição e orientação dos planos, distância focal e distorção da lente). Estes requisitos afetam diretamente a precisão dos resultados obtidos (formas, contornos e superfície do objeto).

Para o procedimento de digitalização posiciona-se o painel de calibração com padrões e, frontalmente ao ângulo agudo do painel, coloca-se a câmera; os controles da webcam devem ser ajustados para que os pontos de calibração do painel sejam reconhecidos pelo software efetuando com sucesso a calibração da câmera; após a calibração um novo ajuste dos controles é necessário para configurar a captura do feixe de laser (um ambiente escuro propicia melhor ajuste); ajustados os parâmetros de aquisição coloca-se diante do painel o objeto a ser digitalizado, a distância entre o objeto e o painel implica diretamente na captura do modelo, áreas muito próximas aos planos não são adquiridas pelo software; antes da varredura pode-se ajustar a qualidade da captura (interpolação e suavização) nos controles do DAVID; inicia-se a varredura do objeto com o feixe de laser, a linha de interseção com o objeto é capturada pela câmera e reconhecida pelo software que identifica a posição e a orientação de pontos no espaço. O resultado da varredura é um mapa de curvas de nível formado por uma nuvem de pontos 3D em formato de arquivo do tipo OBJ (que contém coordenadas de vértices de uma malha poligonal normalmente composta por quadrados ou triângulos). Caso o modelo virtual necessite diferentes vistas para ser montado, o próprio DAVID (versão Profissional) faz a fusão das formas. Esta fusão também poderá ser feita em outro software especializado. O princípio de digitalização tridimensional do DAVID Laserscanner (triangulação) é ilustrado na figura 3.

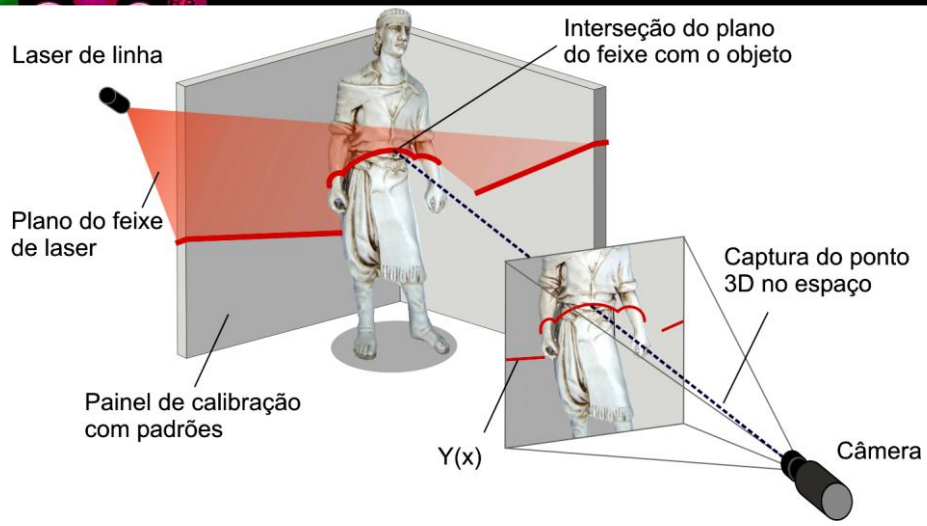


Figura 3: Triangulação laser - digitalização 3D pelo software DAVID Laserscanner

Fonte: Adaptado de Winkelbach (2006)

2. Processamento dos dados adquiridos por digitalização

Os processos de digitalização funcionam, em geral, por meio de uma varredura em intervalos regulares medindo a localização de pontos no espaço (X, Y e Z). Com intervalos pequenos entre os pontos, obtêm-se uma densidade (resolução) regular da superfície do modelo original, chamada nuvem de pontos. Uma nuvem de pontos 3D, adquirida através de digitalização tridimensional, normalmente necessita algum tipo de pós-processamento, como suavização, aplicação de filtros, preenchimento, montagem de partes (registro), triangulação de pontos e geração de malha. Estas operações são realizadas por softwares especializados, geralmente de custo alto.

Para as operações de processamento da nuvem de pontos 3D um software bastante conhecido no mercado é o Geomagic Studio, também utilizado em engenharia reversa, design de produto e prototipagem rápida. Ele é capaz de transformar dados digitalizados (nuvem de pontos) em malha de polígonos, possui ferramentas para suavização, filtros de pontos, registro de nuvens, opções de conversão para formatos de padrão comerciais do tipo CAD (STL, IGES, STEP), bem como permite realizar análises e comparações.

Além da digitalização, o software DAVID Laserscanner (versão Profissional licenciada) possui controles de suavização da malha e um módulo denominado Shapefusion para a montagem e registro das nuvens de pontos. No mercado em que o DAVID compete há concorrentes que comercializam softwares de mesma funcionalidade (cada fabricante propõe uma técnica diferente para a captura e processamento dos dados, mas o método é semelhante), porém com desvantagens quando se trata de custos, já que seus concorrentes oferecem kits completos contendo o software, câmeras de alta resolução e o laser, defendendo a incompatibilidade de seus softwares com outros tipos de hardware. Já o software DAVID Laserscanner utiliza-se de uma simples webcam compatível com qualquer computador e um laser de linha manual.

3. Materiais e métodos

Para a digitalização de partes humanas é proposto o procedimento através de moldes em gesso, pois ao longo da história do desenvolvimento de aparelhos ortopédicos personalizados, as ataduras gessadas são utilizadas para a obtenção de dados antropométricos. A utilização destes moldes permite, aos profissionais da saúde, ajustes na postura dos usuários, ou seja, a adequação postural. Também, para a geração do modelo virtual em 3D, nem todos os equipamentos para digitalização tridimensional possibilitam o posicionamento de modelos grandes como o corpo humano para captura. Dentre as possibilidades para digitalização tridimensional disponíveis, foram analisados o Laser Fixo de Ponto, o Laser Móvel de Linha e o Laser de Linha e webcam (software DAVID Laserscanner).

No processo com Scanner Fixo de Ponto (Digimill 3D) o molde em gesso foi digitalizado (figura 4) em quatro etapas de captura (quatro vistas diferentes), com a lente de 150mm e resolução nominal de 0,5mm. Os dados foram posteriormente processados com uso do software Geomagic Studio: remoção de interferências, combinação das vistas digitalizadas (registro), suavização e geração da malha de triângulos.

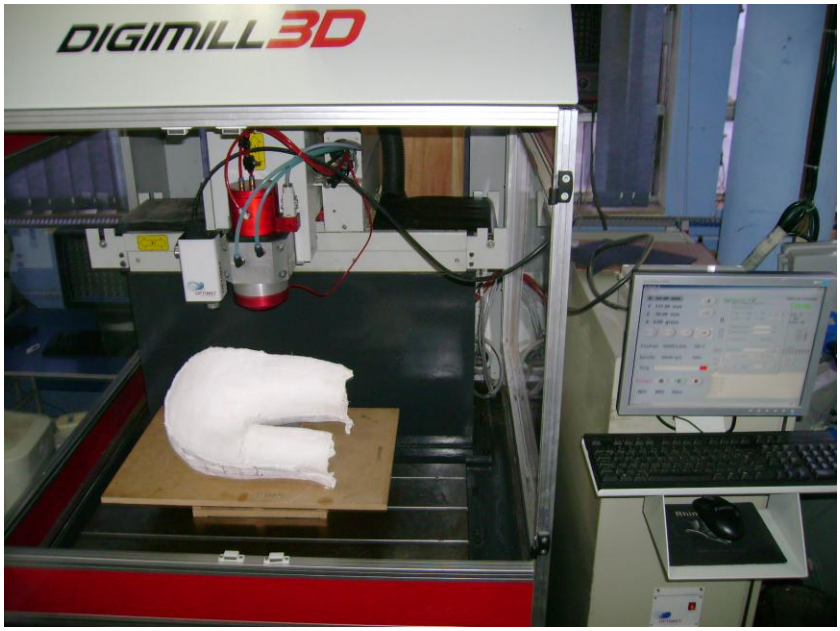


Figura 4: Digitalização do molde em gesso por Scanner Fixo de Ponto

No processo com o Scanner Móvel de Linha (Vivid 9i) o molde em gesso foi digitalizado (figura 5) em cinco vistas com a lente padrão (wide). Cabe salientar que a resolução e a quantidade de vistas necessárias são determinadas de acordo com o posicionamento do objeto e/ou do scanner de modo a conseguir varrer toda a superfície desejada.

Figura 5: Digitalização do molde em gesso por Scanner Móvel de Linha

Assim como no procedimento anterior, os dados adquiridos foram posteriormente processados até a geração da malha de triângulos (formato de arquivo STL) com uso do software Geomagic Studio. A figura 6 ilustra o processo de montagem e registro de diferentes nuvens de pontos.

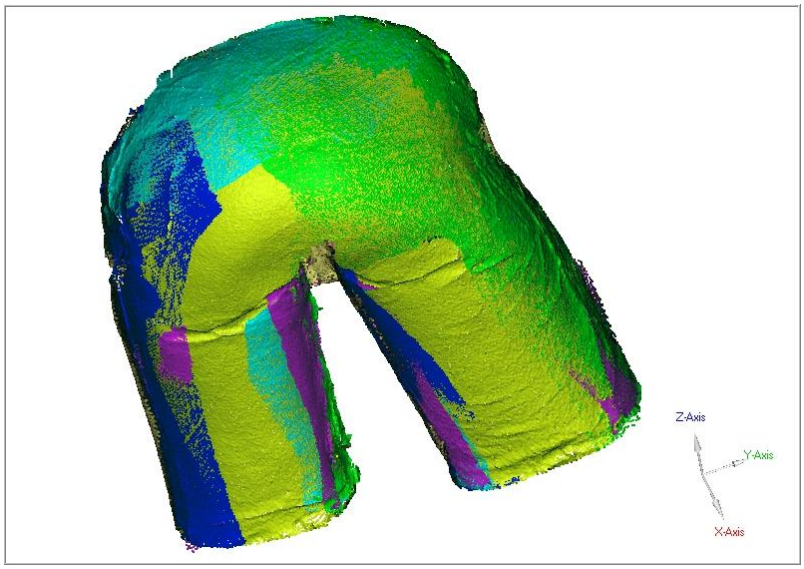


Figura 6: Registro de nuvens de pontos obtidas do Scanner Móvel de Linha

Por fim, o modelo em gesso foi digitalizado através do processo de Digitalização com laser de linha e webcam utilizando o software DAVID Laserscanner na versão demonstrativa disponível gratuitamente no site do

fabricante. Os equipamentos utilizados consistiram em uma câmera Webcam modelo LifeCam Cinema fabricada pela Microsoft, com resolução de 720p HD (720 linhas de resolução de tela vertical, resolução horizontal de 1280 pixels, formato widescreen 16:9) que captura 30 quadros por segundo; um laser Skil 500, o qual emite um laser de linha vermelho (comprimento de onda 650nm), com uma potência máxima de 1mW, sendo a precisão de 12mm a uma distância de 10m e tempo médio de varredura; e um painel de calibração com padrões impressos em plotter de impressão e os suportes confeccionados em madeira reciclada. No software DAVID Laserscanner realizou-se a calibração da câmera, a qual é feita sem o modelo físico, apenas com a câmera sobre o Painel Geométrico de Calibragem. Posicionou-se o molde em gesso sobre o painel (processo realizado horizontalmente), porém sem contato direto entre eles. Um ambiente com pouca iluminação realça o feixe de laser que interseciona o modelo físico. Durante a varredura do modelo físico a visualização dos pontos das curvas de nível e a geração da nuvem de pontos 3D são acompanhadas em tempo real no software. Foram realizadas três varreduras do objeto em diferentes posições, o tempo para aquisição de cada vista do objeto foi de aproximadamente 5 minutos (figura 7).

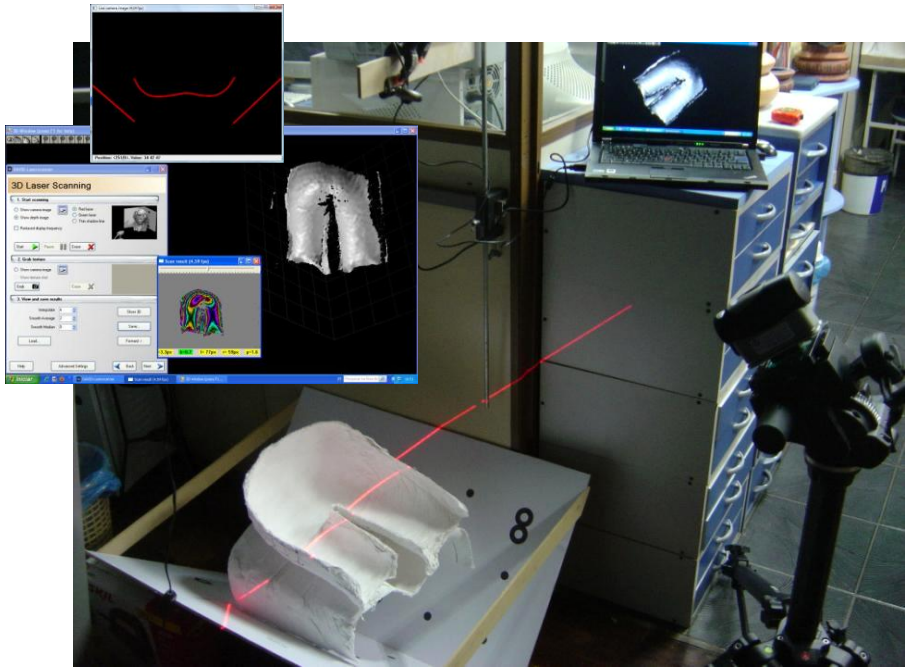


Figura 7: Digitalização do molde em gesso com o DAVID Laserscanner

Como nos processos anteriores, os dados adquiridos na digitalização foram importados no software Geomagic Studio para remoção de interferências, combinação de vistas digitalizadas (registro), suavização e conversão da nuvem de pontos em malha de triângulos.

Por fim, os arquivos obtidos (malhas de triângulos) pelos três processos de digitalização foram importados no software Geomagic Qualify, para avaliação e comparação. Foram avaliadas as quantidades de pontos e de triângulos, bem

como as resoluções de fato obtidas. Para análise de precisão, foi tomado como base o arquivo obtido pelo Scanner Fixo de Ponto, por este apresentar a maior resolução e a maior precisão nominal.

4. Resultados

Conforme esperado, o Scanner Fixo de Ponto mostrou-se o processo mais lento e com a maior precisão. Neste processo obtiveram-se 1.187.628 pontos com uma resolução de 0,42mm. Após a filtragem, esse número foi reduzido por software (com perdas menores que 0,01mm) para 1.101.0290 pontos, implicando na resolução de 0,43mm e malha com 1.753.203 triângulos. O Scanner Móvel de Linha destacou-se pela rápida obtenção dos modelos 3D, com pouco processamento computacional. Através dele obtiveram-se 192.655 pontos com resolução de 0,92mm. Após os mesmos procedimentos de filtragem, obteve-se 185.929 pontos, resolução de 0,93mm e malha com 329.915 triângulos. A Digitalização com laser de linha e webcam (software DAVID Laserscanner) surpreendeu na velocidade de digitalização e no baixo custo de investimento para o processo, porém, deixou a desejar quanto automaticidade no ato da captura, sendo bastante dependente de intervenção manual. Também, a qualidade da nuvem de pontos ficou muito reduzida devido às restrições da versão gratuita do software. Na digitalização com o DAVID Laserscanner foram gerados 20.681 pontos com resolução de 2,96mm e após o procedimento de filtragem, 20.525 pontos com resolução de 2,98mm e malha com 37.254 triângulos. A tabela 1 sintetiza os dados mencionados.

Tabela 1: Dados obtidos através das digitalizações (pontos, resolução e malhas)

	Scanner Fixo de Ponto	**Scanner Móvel de Linha**	**DAVID Laserscanner**
Pontos adquiridos	1.187.628	192.655	20.681
Resolução de aquisição	0,42mm	0,92mm	2,96mm
Pontos após a filtragem	1.101.029	185.929	20.525
Resolução após a filtragem	0,43mm	0,93mm	2,98mm
Triângulos na malha final	1.753.203	329.915	37.254

A resolução é um indicativo, mas não necessariamente significa maior precisão. Maior resolução implica em um maior número de pontos em uma nuvem, porém esta pode ser filtrada, mas permanecerá próxima à sua precisão original e com menos pontos. Quanto mais filtragem houver, menor será a quantidade de triângulos da malha e mais leve o modelo 3D gerado. Neste sentido, o Scanner Móvel de Linha aproximou-se do Scanner Fixo de Ponto,

pois seus arquivos continham mais pontos em uma nuvem, enquanto que a Digitalização com laser de linha e webcam, apesar de gerar um arquivo bastante leve, a resolução ficou aquém da esperada, principalmente devido a restrição da resolução de captura (versão demonstrativa do software).

Relativo à precisão das técnicas, conforme já explicitado, realizou-se uma análise comparativa utilizando como referência a digitalização feita no scanner fixo com laser de ponto, devido a possibilidade de aquisição com mais alta resolução e precisão. Considerou-se um erro admissível de 0,1mm e um erro máximo de 1,7mm para ambas as comparações, a fim de se obter a mesma escala. Na comparação dos métodos de digitalização utilizados na geração do modelo tridimensional do assento em gesso, foi evidenciado que o Laser Móvel de Linha tem boa qualidade quando comparado ao Laser Fixo de Ponto, apresentando erros máximos próximos a 1,5mm e, em pontos isolados, 4mm (figura 9a). A Digitalização com o DAVID Laserscanner apresentou áreas com erros de 3mm e, em pontos isolados, erros maiores que 4mm (figura 9b). Áreas apresentadas na cor verde demonstram compatibilidade entre os modelos, áreas em vermelho, erros de incompatibilidade para o lado externo do modelo e em azul escuro, para o lado interno do modelo.

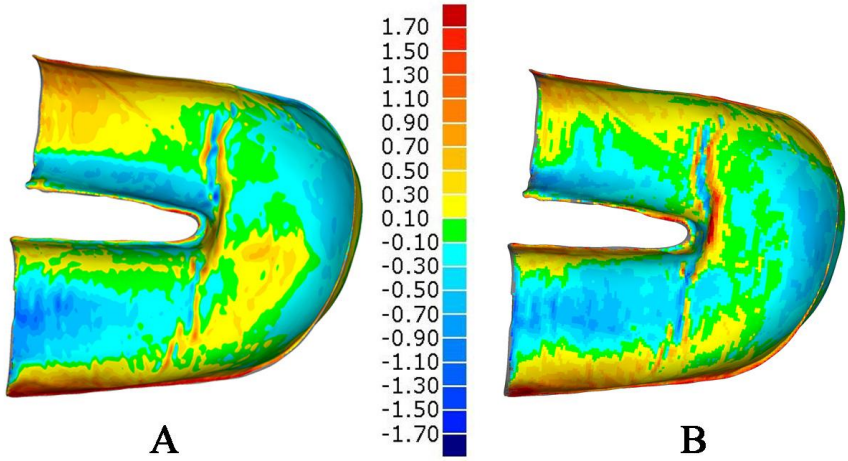


Figura 9: Laser de Ponto x Laser Móvel (a) e Laser de Ponto x DAVID Laserscanner (b)

Também, foram comparadas as digitalizações realizadas pelo Laser Móvel e pelo DAVID Laserscanner, a fim de uma análise de precisão direta entre os mesmos. Usando desta vez como referência a digitalização do modelo realizada pelo Laser Móvel, pode-se visualizar as diferenças na figura 10.

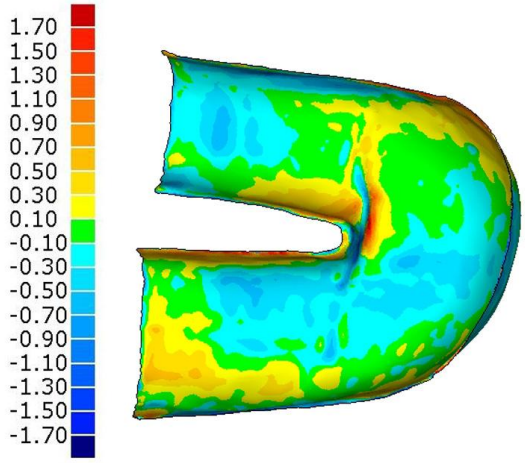


Figura 10: Laser Móvel x DAVID Laserscanner

Cabe salientar que pontos isolados podem ter sido gerados indevidamente pelo software, os quais podem ser mais suavizados à custa de redução na precisão do restante do modelo. Há também a possibilidade da má digitalização dos modelos realizados pelo Laser Móvel e o Laser de Linha, pois ambos os processos de digitalização trabalham por meio da triangulação e em suas malhas de triângulos os pontos isolados citados ocorreram no mesmo local.

Conclusões

Foram avaliados sistemas de Digitalização Tridimensional com Scanner a Laser fixo, Scanner a Laser móvel e Digitalização com laser de linha e webcam com uso do software DAVID Laserscanner. Os resultados indicam que a digitalização através de moldes (no caso, de gesso) tem maior viabilidade, visto que permitem a utilização de qualquer técnica de aquisição. Os três sistemas utilizados mostraram-se satisfatórios para a obtenção de modelos tridimensionais de partes humanas. Os modelos gerados pelos processos vistos podem ser utilizados para análises relacionadas à saúde do usuário, bem como para o desenvolvimento de assentos personalizados, tanto para cadeiras de rodas quanto para assentos de veículos de competição, por exemplo.

Conforme esperado, o Scanner Fixo mostrou-se o processo com a maior precisão, mas com o tempo mais elevado e com limitada capacidade de posicionamento. Devido a alta precisão, o modelo 3D gerado torna-se bastante denso e detalhado, o que dificulta a sua manipulação em softwares de processamento. O Scanner Móvel destacou-se pela rápida obtenção do modelo com menor processamento computacional e mostra-se como uma interessante alternativa para digitalização de partes do corpo humano, mas ainda de alto investimento de capital. A digitalização com uso do software DAVID Laserscanner mostrou-se como alternativa de baixo custo de investimento, bastante dependente de intervenção manual, mas passível de

melhoria através do uso de sistemas mecânicos. Embora de menor precisão, este processo de digitalização apresenta grande potencial para a obtenção de partes humanas e, assim, sugere-se a realização de mais estudos (equipamentos e softwares) em relação ao emprego da técnica.

Referências

APATSIDIS, D.P., SOLOMONIDIS, S.E., MICHAEL, S.M. Pressure distribution at the seating interface of custom-molded wheelchair seats: Effect of various materials. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. Vol. 83, Issue 8, pp. 1151-1156, 2002.

BRITO, Jorge Luís Nunes e Silva; PRADO, Walter da Silva; AUGUSTO, Eduardo Gurgel Garcia. Estágio de fotogrametria digital para engenheiros cartógrafos: notas de aula. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro: 1999.

CUYPERS, W.; GESTEL, N. Van; VOET, A.; KRUTH, J. P.; MINGNEAU, J. BLEYS, P. Optical measurement techniques for mobile and large-scale dimensional metrology. - Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/optlaseng>. Acesso em: 10 jul. 2009.

FREITAS, Gustavo. Metodologia e aplicabilidade da digitalização 3D a laser no desenvolvimento de moldes para calçados e componentes. Dissertação de mestrado, PPGEM/UFRGS. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

KONICA MINOLTA. Konica Minolta Sensing, Inc. Non contact 3D Digitizer Vivid 9i. Instruction Manual. Japan, 2006.

OPTIMET. Introduction. In: OPTIMET, Optical Metrology. 2003. - Disponível em: <http://optimet.com/technology.htm>. Acesso em: 28 mar. 2006.

SILVA, F. P. O uso da Digitalização Tridimensional a Laser no desenvolvimento e caracterização de texturas aplicadas ao Design de Produtos. Dissertação de mestrado, PPGEM/UFRGS. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

WINKELBACH Simon; MOLKENSTRUCK, Sven; WAHL, Friedrich M. Low-Cost Laser Range Scanner and Fast Surface Registration Approach. Artigo

científico, Germany: Institute for Robotics and Process Control, Technical University of Braunschweig, 2006.

TRATAMENTO DE GEMAS POR IRRADIAÇÃO

Taiane Rodrigues Elesbão
Lauren da Cunha Duarte

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Resumo

Neste trabalho, apresenta-se um estudo sobre o efeito do tratamento pelo processo de radiação sobre gemas incolores ou levemente coloridas. O objetivo deste estudo justifica-se pelo fato do país ser reconhecido internacionalmente pela grande variedade de gemas extraídas do seu solo, porém algumas gemas não são exploradas por serem pouco valorizadas ou por problemas na coloração, como falta de uniformidade ou inexistência de coloração. Dessa forma, investigou-se se o tratamento por radiação gama usando como fonte de energia o cobalto 60 sobre gemas incolores ou levemente coloridas, poderia agregar valor a algumas gemas extraídas do solo e consequentemente contribuir para o desenvolvimento econômico de diversas regiões mineradoras.

Palavras-chave: beneficiamento; radiação; material gemológico.

Abstract

In this work, presents-itself a study about the effect of radiation on colorless or slightly colored gems. The objective of this I study is justified because the country is internationally recognized by the great variety of gems extract of the country ground but some of these gems are not explored because of its low valuation or problems on coloration as lack of color uniformity or absence of coloration. So, it was researched if the treatment of colorless or slightly colored gems by the gamma radiation process using as energy source cobalt 60 could add value to some gems extracted from the ground and consequently contribute to the economic development of various mining regions.

Keywords: *beneficiation; radiation; gem material.*

1. Introdução

A prática de submeter minerais gemológicos a diversos tipos de tratamentos para fins comerciais é crescente e surge como uma alternativa para melhor aproveitamento econômico de alguns depósitos de gemas[1]

[1] Gema corresponde a toda substância natural ou sintética, rara, em estado bruto ou lapidada, que por suas propriedades e certos efeitos ópticos, pode ser usada para fins de adorno corporal. As gemas classificam-se em: inorgânicas, orgânicas, sintéticas, reconstituídas, revestidas e compostas (SCHUMANN, 1983).

existentes Brasil. Para Sabioni e Ferreira (1996), são vários os processos de tratamentos utilizados para o embelezamento de gemas visando à sua valorização mercadológica, como, por exemplo, o tingimento, as impregnações, os recobrimentos, a irradiação e o tratamento térmico.

A partir de dados obtidos pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDCI (2004), atualmente, estima-se que o país é responsável pela produção de cerca de 1/3 do volume total das gemas do mundo, porém, quanto ao mercado interno, o país absorve apenas de 5% a 10% da produção de gemas. Desse modo, algumas gemas extraídas apresentam pouca cor e, consequentemente, baixo valor gemológico.

Em razão da vasta ocorrência de material gemológico existente no país, neste estudo, apresenta-se uma abordagem sobre o tratamento de minerais gemológicos por meio da técnica de radiação gama, pois esse método objetiva originar e/ou melhorar a condição inicial de um determinado mineral gemológico, agregando-lhe mais valor comercial.

Para a rede APL[2] Mineral, o beneficiamento da cor de gemas por meio de radiação gama usando como fonte de energia o cobalto-60 é, dentre as técnicas de beneficiamento a que possibilita a aquisição e/ou melhoramento da cor e que comprovadamente não deixa resíduos radioativos. Por essa característica, é crescente a aceitação nacional e internacional do produto gemológico originado desse processo.

2. Tratamentos de minerais gemológicos - conceitos e fundamentações

De acordo com o MME - Ministério de Minas e energia, para efeito de Normas Reguladoras de Mineração (NRM), o beneficiamento ou tratamento de minérios minerais gemológicos visa a preparar, concentrar ou purificar minérios por métodos físicos ou químicos sem alterar a constituição química. Assim, todo projeto de beneficiamento de minérios deve: otimizar o processo para obter o máximo aproveitamento do minério e dos insumos; adequar os minerais aos processos industriais, considerando os aspectos de segurança, saúde operacional e proteção ao meio ambiente.

Nem sempre os minerais apresentam-se na natureza na forma como são consumidos pela indústria, dessa forma, entende-se o termo beneficiamento como a adequação dos minerais aos processos industriais. Como exemplo de utilizações, existem minérios na indústria do aço (ferro), cerâmica (argila, quartzo, etc.); vidro (quartzo, calcários, etc.); papel (caulim, talco, etc.); na construção civil (areia, brita e cascalho), além das espécies consideradas insumos da indústria joalheira (gemas).

Quanto aos principais processos de tratamento de minérios (MME – PORMIM), existe a técnica da fragmentação e processamento mineral (britagem, moagem); a classificação, que corresponde ao processo de separação de partículas por tamanho seguindo as especificações do mercado;

[2] APL - Essa terminologia caracteriza aglomerados territoriais de agentes econômicos, políticos e sociais, com o foco em um conjunto específico de atividades onde demonstram vínculos e interdependência. Quanto à idéia de sistemas produtivos e inovadores locais, representam os arranjos produtivos cuja interdependência, articulação e vínculos resultam em interação, cooperação e aprendizagem, ocasionando maior competitividade empresarial e fortalecimento do APL (LASTRES, 2002).

e, por último, a concentração, na qual ocorre a separação dos materiais de interesse pelas técnicas como gravítica ou gravimétrica (ouro, zircônia), magnética (ferro), flotoação (berilo), seleção manual ou automatizada (diamantes e minerais mais nobres). Cabe ressaltar que a seleção manual possui um alto custo e ocorre, principalmente, por meio das propriedades óticas.

O tratamento dos insumos da indústria joalheira (gemas) começa com a seleção dos materiais destinados a processos de melhoramento, utilizando-se, a princípio, o método da

seleção manual. Distintos processos podem ser empregados como tratamento térmico, tingimento com corantes e impregnação por líquidos para corrigir defeitos. A radiação eletromagnética, raios gama, feixe de elétrons e nêutrons também é utilizada para modificação ou indução de cor em alguns minerais como, por exemplo: topázio incolor, turmalina, quartzo, ametista, diamante e berilo (esmeralda). Os resultados, normalmente, são imprevisíveis, pois depende de variantes como os processos de formação dos depósitos, elementos comóforos, entre outros, como também a relação entre as doses aplicadas de radiação. Dessa forma, para cada tipo de gema é importante conhecer e identificar os tipos de tratamentos a que estas podem ser submetidas.

2.1 Tratamento por irradiação

Para o Ministério de Minas e Energia - MME, o termo irradiação corresponde à exposição de uma gema aos efeitos de uma radiação para alterar a cor. Há várias fontes usadas para esse fim, como, por exemplo: os raios-X, que proporcionam baixa uniformidade de cor e pouca penetração na gema, porém não é comercialmente viável; os raios gama, não consomem energia elétrica, oferecem boa penetração na gema, uniformidade na cor, não deixam resíduos radioativos e utilizam o cobalto-60 como isótopo mais comum; a radiação por fontes de nêutrons, na qual a penetração na gema é maior proporcionando um colorido mais intenso, porém deixa a gema radioativa, sendo necessária a espera de dissipação da energia para que ocorra a comercialização; e, por fim, os aceleradores de partículas, que pouco penetram na gema, sendo, assim, dificilmente usados. Além das características da própria gema, a tonalidade da cor resultante desses processos dependerá do tempo de exposição e da intensidade ou energia das partículas utilizadas.

Segundo o IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (2006) foi durante a década de 80 que importantes estudos foram desenvolvidos sobre a origem das cores em gemas por meio de técnicas de emissão de energia nuclear e de espectroscopia. Atualmente, mais de 70% da produção comercializada no mundo foi submetida a tratamentos específicos para beneficiamento e consequente valorização comercial. O uso de tratamentos que objetivam a melhoria da cor em gemas tem sido utilizado em vários países, sendo o quartzo, e suas variedades gemológicas, o mineral mais beneficiado por este processo.

Para o gemólogo consultor da EMBRARAD - Empresa Brasileira de Radiologia, a técnica por irradiação acelera o processo de estabilização da cor,

não utiliza aditivos químicos, nem altera a composição química do mineral, por esse motivo, a técnica é aceita nacional e internacionalmente. Para o gemólogo, o estado do Pará apresenta materiais gemológicos passíveis de beneficiamento pela radiação gama (Cobalto-60). Justifica-se que os minerais com características apropriadas para uso como gemas, estão cada vez mais escassos na região, e o tratamento das gemas, com menor valor por motivo de coloração de baixa qualidade, pode ser uma alternativa para gerar lucro ao estado.

Além do Pará, esse processo é bastante conhecido na Região Sudeste, principalmente nas regiões produtoras de gemas como em Governador Valadares e Teófilo Otoni-MG. Cabe ressaltar que os principais pólos produtivos de gemas do país se encontram em cinco estados: Rio Grande do Sul, São Paulo, Ceará, Rio de Janeiro e Minas Gerais. O estado de Minas Gerais conta com uma das maiores reservas gemológicas do mundo no que se refere a materiais beneficiáveis por diferentes tratamentos.

Apesar dessa grande área de ocorrência de gemas, o Brasil possui apenas duas instalações de grande porte com fontes de Co-60 (Cobalto 60) que prestam serviços de irradiação de gemas. Tendo em vista o grande potencial brasileiro, considera-se deficiente o número de instalações para esse tipo de prestação de serviço. Outro fator é o desconhecimento

das técnicas de beneficiamento por parte dos comerciantes, o que provoca várias restrições nas oportunidades de mercado (IPEN, 2006).

A radiação “gama-cobalto 60” é uma tecnologia que vem ganhando espaço nos mercados gemológico e joalheiro por beneficiar e valorizar gemas minerais. Segundo o gemólogo Maurício Favacho[3], a técnica acelera o processo natural de coloração das gemas, pois, nesse processo, a coloração ocorre por meio da radiação existente nos próprios depósitos minerais devido à presença de elementos radioativos como K (potássio) e Th (thório), que ocorrem sempre em proporções de ppb (parte por bilhão) disseminados nas rochas ou de fontes artificiais existentes nos laboratórios. Porém, esses elementos existem em tão baixa concentração que a natureza leva anos, em escala geológica milhares, para concretizar o processo de coloração.

Para Castañeda, Addad e Liccardo (2001), em alguns casos, a gema irradiada pode apresentar baixa estabilidade em sua cor, podendo desbotar em presença da luz solar. Assim, a estabilidade de cor em termos de temperatura deve sempre ser mencionada.

Grande parte das gemas tem como causa da cor a presença de defeitos em sua rede cristalina, conhecidos como centros de cor. Porém, para que ocorram respostas mais detalhadas sobre a origem da cor, normalmente, a espectroscopia de absorção ótica deve ser acompanhada por ressonância paramagnética eletrônica e outras técnicas sofisticadas.

A Tabela 1 apresenta alguns exemplos que aceitam o tratamento de gemas por meio da radiação.

[3] Geólogo, Gemólogo Especialista pela UFPa, Mestre em gemologia pela UFMG, Gemólogo Consultor da EMBRARAD - Empresa Brasileira de Radiações no que se refere ao tratamento de gemas por irradiação gama (cobalto-60).

Tabela 1: Exemplos de gemas passíveis de irradiação.

Gema	Cor	Cor após o tratamento
Cristal de Rocha	Incolor	Produz quartzo fumê de cristal de rocha
Prasiolita	Verde a verde amarelado	Pode perder a cor verde, tornando-se uma ametista ou incolor
Quartzo Fumê	Marrom claro a escuro, algumas vezes preto ou quase opaco.	Produz quartzo fume de cristal de rocha
Quartzo rosa	Rosa	Intensifica a cor
Rubelita	De rosa a vermelho, podendo ser vermelho amarronzado, alaranjado ou arroxeado	Cores pálidas mudam para rosa ou vermelho e cor rosa para alaranjado
Topázio	Incolor	Torna alguns topázios incolores em marrom ou verde amarronzado, seguidos de tratamento térmico produz a cor azul
Turmalina Bicolor	Apresenta mais de uma cor distinta	Cores pálidas para rosa e vermelho; Azul ou verde-escuro para roxo; Amarelo para pêssego; Cores pálidas para amarelo; Azul-verde para amarelo-verde; Rosa para alaranjado
Turmalina Verde	Verde	Exemplar verde escuro torna-se roxo

Fonte: Manual Técnico de gemas (DNP – IBGM, 2001).

Segundo Ministério de Minas e Energia, o quartzo incolor quando submetido à radiação gama, pode adquirir várias cores incluindo duas colorações na mesma gema. Normalmente, as cores recebem nomes comerciais como *champagne* e *green gold*. Outro exemplo é o topázio incolor, que, quando exposto à radiação, torna-se amarelo e, ao ser submetido à tratamento térmico, estabiliza a cor azul.

Quanto aos aspectos mercadológicos das gemas tratadas, de acordo com exigências da Comissão Federal de Comércio (FTC – Federal *Trade Comission*) e pelo Comitê de Vigilância dos Joalheiros (*Jewelers Vigilance Committé*), todos os tratamentos utilizados para beneficiamento de gemas devem ser informados aos clientes no momento da compra. O uso de tecnologias que melhoram a coloração da gema, geralmente, é feita de maneira empírica, isto é, sem domínio do conhecimento técnico-científico, o que pode ocasionar perdas do rendimento do processo.

No Brasil, segundo Castañeda, Addad e Liccardo (2001, p. 70), o IBGM – Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos atua de forma a normalizar e normatizar o setor joalheiro-gemológico do país quanto aos tratamentos aplicados a gemas, pratica essa que vem sendo conhecida como *disclosure* (esclarescimento, em português).

3. Considerações finais

O tratamento de gemas por meio da radiação gama usando o cobalto-60 é parte integrante do uso pacífico de energia nuclear e dentre as técnicas de beneficiamento que utilizam radiação é a que comprovadamente não deixam resíduos radioativos. Dessa forma, tal método surge como alternativa para um aproveitamento econômico de gemas de baixo valor comercial.

Mediante as jazidas minerais existentes no país, considera-se que o estado possui condições potenciais de se desenvolver a partir de uma proposta de beneficiamento de gemas incolores ou levemente coloridas por irradiação gama. Essa técnica de tratamento de minerais, objetiva originar e/ou melhorar a condição inicial de um determinado mineral gemológico, consequentemente agregando-lhe mais valor comercial e oportunidade de mercado, além de ser de grande valia para fomentar a indústria de lapidação e joias e fortalecer projetos de designers.

4. Agradecimentos

Este trabalho contou com o apoio do CNPq e CAPES.

Referências

APL MINERAL. Rede Brasileira de Informação dos Arranjos Produtivos Locais de Base Mineral. Portal mantido por: IBICT - Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. Disponível em: <http://www.redeaplmineral.org.br/eventos/irradiacao-em-gemas/>. Acesso em: 12 jul. 2010.

BRANCO, Pércio Moraes; GIL, Cláudio Antônio. Mapa gemológico do Estado do Rio Grande do Sul. 2. ed. Superitendência Regional de Porto Alegre, RS – Brasil, Junho 2002.

CASTAÑEDA, Cristiane; ADDAD, João Eduardo; LICCARDO, Antônio. Gemas de Minas Gerais. Belo Horizonte: SBG – MG, 2001.

HENRIQUES, Hécliton Santini; SOARES, Marcelo Monteiro (Coords.). Políticas e ações para a cadeia produtiva de gemas e jóias. Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (IBGM). Brasília: Brisa, 2005. 116p. Il.

IBGM, 2005. Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos. Disponível em: <http://www.ibgm.com.br>. Acesso em: 12 mai. 2010.

IPEN, 2006. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Pedras preciosas - beneficiamento de pedras preciosas. Disponível em: <http://www.ipen.br/sitio/?idc=233>. Acesso em: 12 jul.2010.

LASTRES, Helena M. M.; CASSIOLATO, Jorge E. Glossário de Arranjos e Sistemas Produtivos e Inovativos In: Arranjos produtivos locais: uma nova estratégia de ação para o SEBRAE. RedeSist, nov, 2003.

LASTRES, H. M. M.; ALBAGLI, S.; MACIEL, M. L.; LEGEY, L.; LEMOS, C.R.; SZAPIRO, M.; CASSIOLATO, J. E. Interagir para competir: promoção de arranjos produtivos e inovativos no Brasil. Brasília: SEBRAE: FINEP: CNPq, 2002.

LEAL, José Ferreira. Arranjos Produtivos Local de Gemas e Jóias do Estado do Rio Grande do Sul. Rede APL Mineral. Brasília-DF. 2008. Disponível em: <http://www.redeaplmineral.org.br/apl/informativo>. Acesso em: 14 mai. 2010.

LODI, Hélio Angelo (Coord.). A importância das pedras preciosas na economia do Rio Grande do Sul. I SALÃO DE PEDRAS PRECIOSAS. Anais... Porto Alegre: Secretaria de Energia, Minas e Comunicações do estado do Rio Grande do Sul, 1994.

MDIC (Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior), 2004. Programas e Ação: Arranjo Produtivo Local (APL). RedeSist, 2007. Disponível em: <http://www.redesist.ie.ufrj.br/nt_count.php?projeto=md11&cod=15>. Acesso em: 12 mai. 2010.

MME - Ministério de minas e energia. PORMIM - Beneficiamento de minério. Disponível em: <http://www.pormin.gov.br/biblioteca/arquivo/beneficiamento_de_minerio.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2010.

SCHUMANN, Walter. Gemas do Mundo. Traduzido em português por Rui Ribeiro Franco e Mario Del Rey. 2. ed. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1983.

DESENVOLVIMENTO DE UM PROCESSO PARA RECICLAGEM DE ISOPOR ® (POLIESTIRENO EXPANDIDO) UTILIZANDO SOLVENTES E SUA APLICAÇÃO NA ÁREA DO ECODESIGN – LUMINÁRIA ECOLÓGICA.

Luiz Carlos Felisberto
Ricardo Gasperini
Raphael Keiti Kussunoki

Universidade Estadual Paulista - UNESP-FAAC

Resumo

O presente trabalho tem por objetivo o desenvolvimento de um processo para reaproveitamento de EPS – Poliestireno Expandido, que normalmente é descartado no ambiente, através de sua solubilização com solventes orgânicos com posterior evaporação. Também tem por objetivo a aplicação do material resultante deste desenvolvimento na confecção de uma luminária ecológica.

Palavras-chave: Isopor®; Poliestireno Expandido; Reciclagem.

Abstract

The present work aims at the development of a process for the reuse of expanded polystyrene which is usually discarded in the environment through its solubility with organic solvents with further evaporation. It also aims at the application in the building of an ecological lampshade.

Keywords: *Isopor (T); Expanded Polystyrene; Recycling.*

1 - Introdução e Objetivos.

O isopor® é um polímero celular termoplástico, que pode apresentar uma variedade de formas e aplicações. Apresenta-se como uma espuma moldada, constituída por um aglomerado de grânulos. O isopor® é formado a partir de derivados de petróleo, o poliestireno expandido (MONTENEGRO, 2002).

No antigo processo de fabricação, utilizava-se o gás CFC para expandir o poliestireno, acusado de degradar a camada de ozônio. Porém atualmente usa-se outro gás menos nocivo, o pentano.

Duas características do isopor® têm fortalecido a sua presença no mercado consumidor, aonde vem obtendo crescente participação: a leveza e a capacidade de isolamento térmico e mecânico, às quais ainda se associam o baixo custo.

O Objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um processo para reaproveitamento de EPS – Poliestireno Expandido, que normalmente é descartado no ambiente, através de sua solubilização com solventes orgânicos com posterior evaporação. Também tem por objetivo a aplicação do material resultante deste desenvolvimento na confecção de uma luminária.

2 – Desenvolvimento do Material EPS Solubilizado.

Na tentativa de reduzir os resíduos deixados por esse material após o descarte do mesmo na natureza, desenvolveu-se uma nova técnica de reciclagem para esse material. Esta consiste em dissolver o poliestireno expandido com solventes como acetona e gasolina (Figuras de 1 a 4), tornando este material de fácil manuseio e moldagem, otimizando a vida útil e a aplicação do isopor.

Figura 1 – Isopor em seu estado original.

Figura 2 – Isopor sendo dissolvido por gasolina, após 15 segundos.

Figura 3 – Isopor sendo dissolvido por gasolina, após 7 minutos.

Figura 4 – Isopor dissolvido por gasolina e plastificado.

Em termos de pesquisa de reciclagem de poliestireno expandido existem poucas informações, porém acredita-se que esta técnica possa trazer benefício ao meio ambiente, pois este material que seria descartado será reciclado e reutilizado elevando sua vida útil em relação ao estado primário.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo, desenvolver o processo de reciclagem e estudar aplicações para este novo material proveniente do isopor monitorando as diferentes qualidades do material utilizando várias combinações de solventes encontrados no mercado condicionado a cinco combinações: (a) isopor + 100% acetona, (b) isopor + 70% acetona e 30% gasolina, (c) isopor + 70% gasolina e 30% acetona, (d) isopor + 100% gasolina e (e) isopor +100% gasolina + pintura. Ver Figuras de 5 a 9.

Figura 5 – Isopor + 100% acetona.

Figura 6 – Isopor + 70% acetona e 30% gasolina.

Figura 7 – Isopor + 30% acetona e 70% gasolina.

Figura 8 – Isopor + 100% gasolina.

Figura 9 – Isopor +100% gasolina + pintura.

3 – Aplicação do Material EPS Solubilizado Desenvolvido na Construção de uma Luminária.

Após o desenvolvimento e teste de várias combinações de solventes resultando em materiais de várias densidades e resistência, vistos acima, foram executados também, vários estudos das possíveis aplicações desse material, dentre as quais foi escolhido o desenvolvimento de uma luminária para leitura, tendo como preocupação a parte estética do produto podendo ser utilizado como objeto de decoração.

A fabricação da luminária constituiu-se em três fases. A primeira, o desenvolvimento da forma e a modelagem da cúpula de iluminação utilizando o material reciclado: Isopor + 70% gasolina e 30% acetona. Ver Figuras de 10 a 13.

Figura 10 – Isopor +100% gasolina + pintura.

Figura 11 – Isopor +100% gasolina + pintura.

Figura 12 – Isopor +100% gasolina + pintura.

Figura 13 – Isopor +100% gasolina + pintura.

A segunda o desenvolvimento da haste de sustentação constituída por bambu. Ver Figuras de 14 a 21

E a terceira, a montagem e instalação do sistema elétrico. Ver Figuras de 20 a 23.

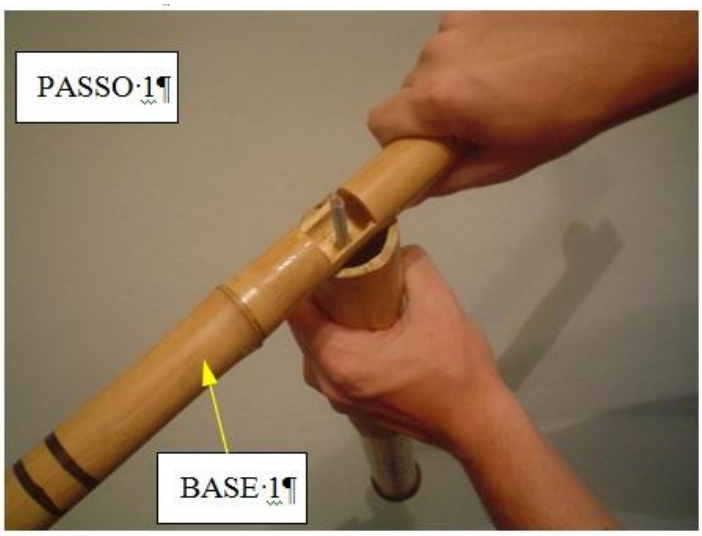


Figura 14 – Montagem da base do pedestal – passo 1.

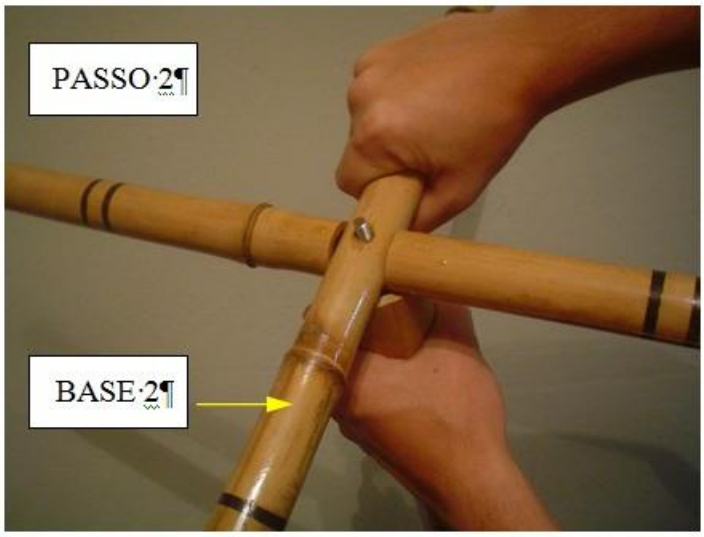


Figura 15 – Montagem da base do pedestal – passo 2.

Figura 16 – Montagem da base do pedestal – passo 3.

Figura 17 – Montagem da base do pedestal – passo 4.

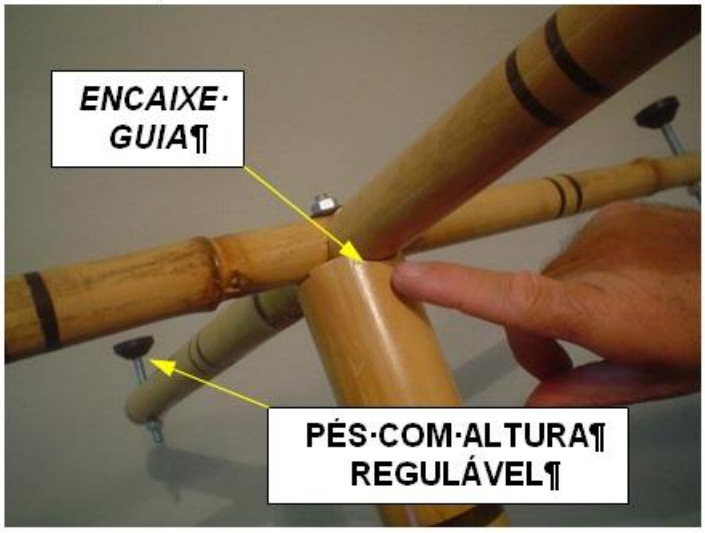


Figura 18 – Montagem da base do pedestal – detalhes.

Figura 19 – Montagem da base do pedestal – detalhes.

Figura 20 – Montagem do pedestal e sistema elétrico – passo 5.

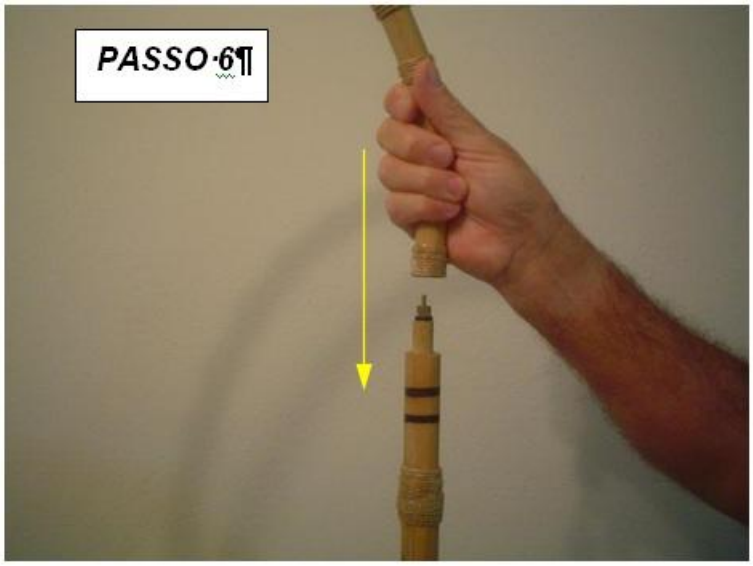


Figura 21 – Montagem do pedestal e sistema elétrico – passo 6.

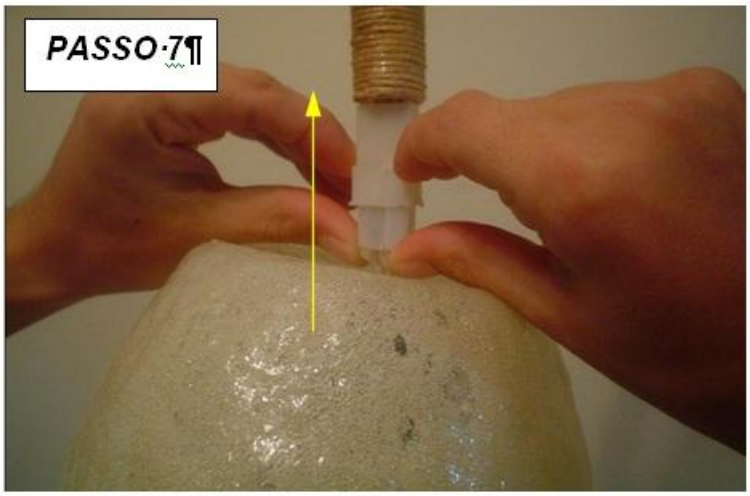


Figura 22 – Montagem do pedestal e sistema elétrico – passo 7.

Figura 23 – Montagem do pedestal e sistema elétrico – passo 8.

Ao longo do desenvolvimento da luminária, constatou-se que o produto tem um grande diferencial em relação aos objetos de iluminação convencionais, que são: a modularidade (facilidade de montagem e desmontagem), a redução do impacto ambiental, e o baixo custo. Ver Figuras 24 e 25.

Figura 24 – Luminária - montagem final.

Figura 25 – Luminária - montagem final.

4 – Considerações Finais.

Cremos ter alcançado o objetivo de iniciar o desenvolvimento de um processo que reaproveite o poliestireno expandido, que muito comumente é descartado na natureza.

Também foi desenvolvida uma aplicação para tal material.

Para futuros trabalhos, sugere-se a experimentação de outros solventes em diferentes concentrações a fim de baratear o processo de obtenção e secagem do polímero

Referências

MONTENEGRO, R. S. P. & SERFATY, M. E. Aspecto Geral do Poliestireno. 14p. 2002. Disponível em: < http:// www.bndes.gov.br/conhecimento/bnset/set1606.pdf >. Acesso em: 03 de julho 2005

SCHLISCHTING, R. Influência da Adição de Poliestireno Expandido no Processo de Polimerização do Estireno em Suspensão. 2003. 117p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

AMBIENTE BRASIL. Isopor (Poliestireno Expandido – EPS). Disponível em: < http://www.ambientebrasil.com.br/>. Acesso em: 03 de julho de 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO POLIESTIRENO EXPANDIDO. O que é EPS. Disponível em: <http:// www.abrapex.com.br/01OqueeEPS.htm>. Acesso em: 03 de julho de 2005

CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL DE TAILORED BLANKS COMPOSTOS POR AÇOS BIFÁSICO E BH, SOLDADOS À LASER, PARA APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

Alex Sao Leandro Sigrist

Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá - FEG/UNESP

1. INTRODUÇÃO:

Recentemente, segurança, leveza e proteção ambiental têm se tornado cada vez mais importantes na indústria automobilística. Novos materiais e métodos de produção vêm sendo adotados para reduzir peso sem aumentar o custo dos veículos, mas mantendo a função e a resistência à choques mecânicos.

Nesse sentido surgiu um novo modo de produção para peças grandes que acabam conformadas e transformadas em portas e colunas veiculares: a soldagem prévia de chapas. Esta técnica aparece como saída para reduzir: a quantidade de juntas (que diminuem a resistência mecânica em determinados pontos da peça final) e a produção de sucatas. Já no inicio dos anos 90, com o desenvolvimento desta técnica, passou-se a utilizar chapas de diferentes características mecânicas em uma mesma peça; o produto final da soldagem dessas chapas metálicas de diferentes espessura e tipo de material, são conhecidos como Tailored Blanks.

Na busca por melhores propriedades mecânicas, que possam ser revertidas em maior segurança aos motoristas e passageiros dos automóveis, estuda-se também a aplicação da Soldagem à Laser, processo o qual diminui as zonas termicamente afetadas (de menor resistência) do produto.

Dois dos materiais largamente aplicados na indústria automobilística que serão analisados neste projeto são: Aços Bifásicos (DP) e BH.

Os aços bifásicos, também conhecidos como DP (“Dual Phase”), surgiram ao final da década de 1970 e surgiram a partir de estudos que buscavam materiais com maiores níveis de resistência mecânica, porém sem perdas significativas de alongamento. Em geral são aços de aplicação estrutural na indústria automobilística e apresentam duas fases constituintes: Ferrita (80%) e Martensita (20%).

Os aços endurecíveis após pintura , ou BH (“Bake-hardening”), por sua vez, apresentam estrutura basicamente Ferrítica e possuem adição de elementos de liga como Manganês e Cromo. Esse tipo de material é largamente aplicado em estampagem dado seu alto potencial de alongamento. Apresentam ainda valores de resistência mecânica inferiores aos observados pelos aços DP.

Neste projeto estudaremos as conseqüências da soldagem à laser sob amostras de aços DP e BH soldados, a partir da análise microestrutural.

2. OBJETIVOS:

- Análise microestrutural de corpos de prova compostos por amostras de chapas de aços DP e BH soldados à laser.

3. MATERIAIS E METODOLOGIA:

3.1 MATERIAIS

- Amostras, transversal e longitudinal, de aços DP (1,20mm) e BH (0,75mm) soldados à laser.

3.2 METODOLOGIA

Amostras de chapas metálicas DP e BH , de diferentes espessuras, foram recebidas pelo departamento de materiais e tecnologia (DMT) da UNESP/Guaratinguetá. Estas amostras foram levadas ao laboratório e, primeiramente, foram cortadas através de uma serra de fita para que pudessem ser embutidas. Uma amostra mais fina e uma mais larga foram obtidas, a primeira para embutimento transversal e a outra, longitudinal.

Já na etapa de embutimento, foi utilizado grampos metálicos para segurar a amostra mais fina em pé, para que esta fosse observada transversalmente. Ainda nesta etapa, foi utilizado baquelite e vaselina, com o objetivo de produzir corpos de prova que pudessem ser manuseados com maior segurança durante as etapas posteriores (lixamento e polimento).

Com os corpos de provas formados, partiu-se para a etapa de lixamento das amostras. Foram utilizadas lixas de granulações: 80, 100, 220, 320, 400, 600, 1000 e 1200; à cada passagem das amostras por cada lixa, era necessário girá-las em 90 graus para melhores resultados.

Partindo-se para a etapa de polimento, utilizou-se OPU (Sílica coloidal em suspensão) como agente polidor. O objetivo principal era reduzir os riscos nas superfícies das amostras, que dificultariam a visualização em microscópio ótico.

Por fim e logo apos o polimento, as amostras foram atacadas quimicamente por Nital, em concentração 2%, durante 15 segundos (cada ataque). Assim, os corpos de provas foram levados ao microscópio ótico Nikon Epiphot para que fossem fotografadas imagens microestruturais em ampliações de 50x, 100x e 500x.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram fotografadas, no microscópio ótico, imagens microestruturais em diferentes ampliações, que possibilitam a análise do cordão de solda (incluindo as regiões termicamente afetadas) e dos próprios materiais utilizados.

Em especial, micrografias obtidas da amostra longitudinal à uma ampliação de 100x do aço DP mostram uma área mais clara , correspondente à fase ferrita, e outra área mais escura a qual corresponde , por sua vez, à fase martensita.

A micrografia da estrutura apresentada no cordão de solda é conhecida como esferulítica, a qual se caracteriza pelas diferentes orientações granulares observadas (não-uniforme).

Por último, a visualização de micrografias das áreas de transição entre as fases DP e BH para o cordão de solda apresentam uma importante diferença. Ocorre zona termicamente afetada apenas no primeiro caso, e isso se deve ao baixo teor de carbono apresentado pela estrutura BH

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

WAINER, E.; BRANDI, D. S.; MELO, F. Soldagem: Processos e Metalurgia. Ed. Edgard Blücher LTDA.

MEI, L. F.; CHEN ,G.; XIANGZHONG, J.; ZHANG, Y.; WU, Q. Research on laser welding of high-strength galvanized automobile steel sheets. State Key Laboratory of Advanced Design and Manufacturing for Vehicle Body, Hunan University, Changsha, Hunan 410082, People's Republic of China.

AUTY, T.; LEWINSKY, B. Laser Blank Welding - A Global Perspective. VIL. KINSEY, B.; ZHIHONG, L.; CAO, J. New Apparatus and Method for Forming Tailor Welded Blanks. NorthWestern University.

PEREIRA, M. S.; ABDALLA, A. J.; MEI, P. R.; HASHIMOTO, T. M. Desenvolvimento de aços bifásicos, multifásicos e IF em consonância com o projeto ULSAB- AVC. DMT – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – UNESP.

XIAODONG, Z.; ZHAOHUI, M.; LI, W. Current status of advanced high strenght steels for auto-making and its development in Baosteel. Baosteel research institute, Shanghai 201900, China.

CONEXÕES ETNOECOLÓGICAS REVELADAS EM *DESIGNS* DE CERÂMICAS DE SÍTIO ARQUEOLÓGICO.

Paulo Sergio de Sena

Faculdades Integradas Teresa D´Ávila – FATEA
Faculdade de Roseira - FARO

Resumo:

A proposta deste trabalho é explorar alguns estudos de design, na forma de ecologia e etnociência. O que se usou como modelo de estudo foram os artefatos (fragmentos de cerâmica) encontrados nas escavações do Sítio Arqueológico Caninhas, Canas, SP. O estudo etnoecológico da reconstrução dos artefatos contribuiu para compreender a ocupação e uso dos recursos naturais de uma área remota de Mata Atlântica por indivíduos da Tribo Indígena Tupiguarani, em tempos anteriores à descoberta do Brasil. Etnoecologicamente foram identificados conexões etnobiológicas do tipo homem-homem, homem-mineral e homem-sobrenatural, sustentando a hipótese de produção e uso das cerâmicas para cerimoniais e funerais. Este trabalho é um embrião dialógico entre a etnobiologia e o design.

PALAVRAS-CHAVE: Etnodesign; Entobiologia; Ecodesign

Abstract

The purpose of this study is to explore some design studies in the form of ethno-science and ecology. What used as a model for study artifacts (pottery fragments) found in excavations of the Caninhas Archaeological Site, Canas, SP, Brazil. The study ethnoecological reconstruction artifacts helped to understand the occupation and use of natural resources in a remote area of Atlantic Forest individuals Tupiguarani Indian Tribe, before the discovery of Brazil. Ethnoecology connections were identified ethnobiological type man-man, man-mineral and man-supernatural, supporting the hypothesis of production and use of pottery and ceremonial funerals. This study is an embryo of dialogue between the ethnobiology and design.

KEYWORDS: Etnodesign; Ethnobiology; Ecodesign

INTRODUÇÃO

O Sítio Arqueológico Caninhas já foi explorado a partir de inúmeras temáticas e continua aberto para outras possibilidades ancoradas em elementos científicos, culturais, artísticos e espirituais experienciados na região. Nesse sentido, este trabalho quer seguir a tematização etnobiológica e

suas derivações apresentadas por MARQUES (2001) para compreender as conexões etnobiológicas Homem-Homem; Homem-Animal; Homem-Vegetal; Homem-Mineral; Homem-Sobrenatual;

O Sítio Arqueológico de Caninhas, Canas, SP revelou a presença de estruturas funerárias, estruturas de combustão e diversos objetos de uso cotidiano de populações indígenas que habitaram o local. Baseados nos tipos de utensílios e na decoração por grafismos geométricos pretos e brancos, com faixas vermelhas, apoiado em Prous (2005), levantou-se a hipótese de que eram vestígios de uma população indígena Tupiguarani. Entre as múltiplas peças, destacam algumas com morfologias diferenciadas e outras que se assemelham a urnas funerárias, que curiosamente estavam acondicionando diversas outras peças cerâmicas.

Há fragmentos pintados com variações de cor branca, preta e vermelha. O tratamento pode aparecer em toda a peça, mas o mais comum ocorre na parte superior interna ou externa. Geralmente, os desenhos geométricos são delineados com a cor preta sobre fundos brancos ou vermelhos e são frequentes faixas vermelhas circundando a peça. MACHADO (2008) relaciona a cerâmica pintada Tupiguarani à uma função ritualista.

A base territorial que serviu de cenário para este trabalho está localizado em Canas, uma cidade jovem do Estado de São Paulo, que compõe a história recente da região do Vale do Paraíba paulista que teve início com as entradas e bandeiras de caça, e apresamento de indígenas para trabalho escravo nas lavouras de cana de açúcar, posteriormente como trajeto de escoamento da produção de metais preciosos extraídos da região das Minas Gerais. A cidade de Canas encontra-se no Norte do Vale Paraíba, a 198 Km da capital, com acesso no quilômetro 47 da Rodovia Presidente Dutra. O sítio arqueológico identificado está localizado na extremidade Norte de um grande platô alongado e apresentando uma vegetação de pequeno porte (gramíneas), fica bem próximo de dois pequenos rios (Canas e Caninhas), a cerca de 2Km do Rio Paraíba do Sul, e aproximadamente a 1 Km do centro administrativo do município, em perímetro urbano, nas coordenadas 23K0495194 UTM 7490041.

O sítio arqueológico tratado por este trabalho está localizado ao Norte do município e localiza-se em um grande platô alongado coberto por uma vegetação de pequeno porte (gramíneas), fica bem próximo de dois pequenos rios (Canas e Caninhas), a cerca de 2 Km do Rio Paraíba do Sul, e aproximadamente a 1 Km do centro administrativo do município, em perímetro urbano. (BORNAL, 2005)

O trabalho se propôs analisar os fragmentos cerâmicos provenientes do sitio arqueológico Caninhas, Canas, São Paulo sob a luz da etnobiologia, um estudo do conhecimento e das conceituações desenvolvidas por qualquer sociedade a respeito do mundo natural e das espécies; é o estudo do papel da natureza no sistema de crenças e de adaptação do homem a determinados ambientes, enfatizando as categorias e conceitos cognitivos utilizados pelos povos em estudo. (POSEY, 1987; DIEGUES & ARRUDA, 2001)

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho é um desdobramento das atividades desenvolvidas a partir de visitas técnicas arqueológicas ao sítio Arqueológico de Caninhas, com o acompanhamento dos profissionais de arqueologia responsáveis pelo salvamento do material, de designs que fizeram a reconstrução em 3D dos artefatos e de etnocientistas.

O reconhecimento e a estratigrafia da área do sítio Caninhas diagnosticaram, por meio da abertura das sondagens, na forma homogênea a sequência, conforme a Figuras 1 e 2:

a. Superfície coberta por vegetação;
b. Solo areno argiloso marrom escuro;
c. Solo areno argiloso amarelado.

A Figura 3 mostra a abertura das trincheiras, que permitiu a obtenção de informações sobre a área de solo escuro, que se apresentou de forma elíptica, com eixo e diâmetro simétricos, de aproximadamente 8,00m. “Tal conformação sugere tratar-se de um provável fundo de cabanas”. (BORNAL e QUEIROZ, 2002).

As Figuras 4(a) e 4(b) mostram a abertura de sondagens, que possibilitou a identificação de evidências na superfície do terreno, que possuíam cerca de 20cm de diâmetro estando alinhados, provavelmente associados com “buracos de estaca”, onde continham fragmentos de cerâmica associados a solo negro oriundo de combustão.

Figura 1 – Sítio Arqueológico de Caninhas – fisionomia atual

Figura 2– perfil estratigráfico do solo
Fonte: SARA *et* al, 2009

Figura 3 – Abertura das trincheiras.
Fonte: SARA *et* al, 2009

(a) (b)

Figura 4 – (a): Sondagem; (b): Vestígios cerâmicos na superfície do terreno.

Fonte: SARA *et* al, 2009

Após a realização dos trabalhos de campo, seguiram as etapas do Inventário. O processo de inventário dos fragmentos foi realizado com a participação dos alunos do ensino fundamental e médio da escola municipal de Canas, durante um treinamento oferecido por um Museu da região. Este procedimento foi a primeira etapa de trabalho, que objetivou o reconhecimento das peças.

Em seguida, no laboratório de Arqueologia do Museu regional, os fragmentos foram higienizados, de modo a serem caracterizados e armazenados de acordo com suas características.

Desse modo, o inventário se deu em quatro etapas principais: 1. higienização dos fragmentos, quando se lavou o artefato em água, com auxílio de espátulas de madeira e de metal; 2. repouso dos fragmentos sobre folhas de papel absorvente (ou jornal) para estar secar; 3. numeração dos artefatos com tinta nanquim, indicando o Sítio e sua localização e o número da peça (Exemplo: SP–CA, 01 – 509), após a aplicação e secagem de uma fina e pequena camada de esmalte translúcido no canto inferior dos fragmentos; 4. separação e fichamento dos fragmentos em grupos que se encaixavam, formando as peças. Após esta separação, os fragmentos foram descritos em fixas, de acordo com sua característica (parte da peça, tipo de antiplástico e queima, local de onde foi retirados, grupo a que pertence e suas dimensões).

A caracterização da superfície dos fragmentos foi realizado utilizando o estereoscópio da marca Carl Zeiss com aumento de 12X e 20X. Dessa caracterização foram geradas microfotografias das morfologias dos poros e a qualidade da superfície de cada fragmento, obtendo mais informações sobre o processo de produção das peças e as características do meio social de seus produtores.

Depois de realizados os trabalhos históricos e análises técnicas das cerâmicas arqueológicas, estas foram digitalizadas no formato 3D. Foram escolhidas duas peças do acervo para serem reproduzidas digitalmente, inicialmente por meio de renderings manuais para observação das formas e cores e, posteriormente, renderings digitais (aplicando o 3 D Max Studio) para finalização da imagem das peças. (SARA *et al*, 2009)

Uma vez descritos os artefatos, usou-se técnicas, adaptadas da etnociência clássica, para descrever e avaliar as relações etnopedológicas e as conexões entobiológicas com o ambiente e os artefatos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

AS BASES CONECTIVAS DA ETNOBIOLOGIA NO SÍTIO ARQUEOLÓGICO CANINHAS

A descoberta do sítio arqueológico, denominado Sítio Arqueológico Caninhas, composto por estruturas funerárias, estruturas de combustão e diversos objetos de uso cotidiano de populações indígenas que habitaram o local, abre um considerável leque de possibilidades no que diz respeito a estudos relacionados aos jogos de sobrevivência (Bases Cognitivas, Bases Conflitivas e Bases Conectivas (MARQUES, 2001) e consequentemente à memória vinculada ao patrimônio da região.

Os Tupiguaranis do Sítio Arqueológico de Caninhas ligavam-se aos minerais, aos vegetais e aos animais da Região de Mata Atlântica onde se instalou, provavelmente, entre os Séculos XIV e XV, na região que hoje abriga o município de Canas, SP.

A região é plana, circundada por relevos colinosos com vertentes longas de declives menores de 8° e incisões de drenagem entre 23 e 42 m. O solo se caracteriza por formações superficiais espessas de textura argilosa e areno-argilosa e está sobre litologia variada, em áreas com mais de 60 dias secos. As chuvas se distribuem entre outubro e março, com um volume entre 1.200 e 1.750 mm. A vegetação de cerrado foi substituída pelas pastagens, reflorestamentos, agricultura e urbanização. (TONHASCA, 2005)

As conexões entre um grupo social e seus componentes bióticos e abióticos expressam além do imaginário, também as atitudes e os habitantes sobrenaturais do ecossistema de Mata Atlântica. Na verdade, os Tupiguaranis sobreviveram na região, biológica e culturalmente falando, graças à conexões que mantiveram com a diversidade biótica e abiótica do ecossistema. Compreender estas conexões é de extrema importância, pois, desconexões são devidamente substituídas ao longo dos tempos, podendo levar à simplificação ou à complexidade de ambientes.

As conexões mais evidentes no Sítio Arqueológico Caninhas se dão, evidentemente, com os minerai, o ponto de partida para outras análises.

A argila branca, comum na região de Canas, transformou-se em elemento manipulável pelos Tupiguaranis. Recuperou-se no Sítio Arqueológico fragmentos de vasilhames de uso cotidiano (Fig. 5a e b). As vasilhas cerimoniais continham também grãos de quartzo que proporcionam reflexos brilhantes na peça quando exposta à luz, além da presença de pontos mais

(a)

(a)

Figura 5 (a) e (b) – Tigelas indígenas.
Fonte: SARA *et* al, 2009

escuros na superfície fraturada dos fragmentos, que é uma característica da produção de peças Tupiguaranis, que costumavam utilizar como matéria-prima, restos moídos de outras peças, o denominado “caco moído”.

Nas Figuras 6 deixa transparecer a pintura de alguns fragmentos provenientes de peças cerimoniais, que segundo (PROUS, 2005) os grafismos feitos por linhas de espessura fina sobre o fundo branco lembram as formas de um intestino, ou cérebro e tais grafismos não são apenas decoração, mas parecem expressar valores coletivos, crenças, mitologia e mesmo rituais presentes na cultura Tupiguarani, revelando conexões sobrenaturais.

Figura 6 – Fragmentos com decoração pintada.
Fonte: SARA *et* al, 2009

(a) (b)

Figura 7 – (a) Urna funerária em processo de montagem; (b) reconstituição gráfica da urna funerária, via Solid Works. Fonte: SARA *et* al, 2009

A Figura 7(a) mostra os fragmentos de uma urna funerária em processo de montagem, entretanto a figura 7(b) revela a reconstituição virtual (3D) feita por meio do *software Solid Works*, de acordo com a aparência das urnas encontradas, em que visualizamos a funerária em vários ângulos, sendo possível analisar as propriedades da peça, tais como as dimensões, volume, texturas, rugosidade e capacidade de armazenamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O resultado deste trabalho tornou-se um fator importante para o desenvolvimento de estudos que envolvem a Etnopedologia, isto é, um conjunto de estudos interdisciplinares dedicados ao entendimento das interfaces existentes entre os solos, a espécie humana e os outros componentes dos ecossistemas. Trata-se de um campo de conhecimento pouco explorado, comparativamente ao que se tem publicado em áreas correlatas como etnobotânica e etnozoologia. (ALVES; MARQUES; QUEIROZ; SILVA e RIBEIRO, 2003)

O uso de ferramentas e aplicativos do design como a modelagem virtual e o estudo das texturas dos utensílios contribuíram para a visualização da geometria e as dimensões dos produtos indígenas foram de fundamental importância para este trabalho inicial de Etnobiologia no Sitio Arqueológico de Caninhas.

A partir dos artefatos arqueológicos estudados foi possível constatar, em tom introdutório, as conexões etnobiológicas entre a tribo indígena Tupiguarani e o ambiente de Mata Atlântica de 5 a 6 Séculos atrás, expressas nas conexões homem/mineral; homem/homem e homem/sobrenatural.

Esse trabalho se constitui em um marco inicial dos estudos etnobiológicos para o Sitio Arqueológico de Caninhas. O que se pretende é estender as observações e análises das cerâmicas como instrumento de

expressão étnica e contribuir para a compreensão dos valores, crenças e comportamento dos povos indígenas em um ecossistema de Mata Atlântica.

Agradecimentos ao Programa Interno de Bolsas de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Pesquisa e Faculdades Integradas Teresa D´Ávila, pois este trabalho é um desdobramento das atividades de Iniciação Científica financiadas por esta modalidade de fomento no período 2009/2010.

FONTES CONSULTADAS

ALVES, A.G.C.; MARQUES, J.G.W.; QUEIROZ, S.B.; SILVA, I.F. E RIBEIRO, M.R. Caracterização etnopedológica de Planossolos utilizados em cerâmica artesanal no Agreste Paraibano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., Ribeirão Preto, 2003. Anais. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. CD-ROM.

BORNAL, W. G., QUEIROZ, C. M., Relatório das escavações do sítio Caninhas, p. 36, 2005.

DIEGUES, A. C. S. E ARRUDA, R. S. V. (orgs.). Saberes tradicionais e biodiversidade no Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2001.

MACHADO, N.T.G., SCHNEIDER P., SCHNEIDER F., Análise parcial sobre a cerâmica arqueológica do Vale do Taquari, Rio Grande do Sul. 2008, Revista Cerâmica 54, 2008, p. 103 – 109;

MARQUES, J.G., Pescando pescadores: ciência e etnociência em uma perspectiva ecológica. São Paulo: NUPAUB, 2001.

MORAES, C.A., Arqueologia Tupi no Nordeste de São Paulo: um estudo de variabilidade artefatual. Dissertação de mestrado obtida no programa de pós-graduação em arqueologia, do Museu de Arqueologia e Etnologia da universidade de São Paulo, 2007, p. 1 – 288.

POSEY, D. A. 1987. Temas e inquirições em etnoentomologia: algumas sugestões quanto à geração de hipóteses. Bol. Mus.Para.Emílio Goeldi 3 (2): 99-134. Série Antropologia.

PROUS, A., A pintura em cerâmica Tupiguarani. Revista Ciência Hoje, mar. vol. 36. nº 213, p. 22–28, 2005.

SARA, J. L.; NAKANO, F. P.; MATOS, C. C.; QUEIROZ, C. M.; TAGUCHI, S. P.; RIBEIRO, R. B. Linguagem multidisciplinar: da Ciência à comunidade. In: OLIVEIRA, N. A. A. de. Comunicação sob múltiplos olhares. Lorena: Grafist, 2009. p. 232-241.

TONHASCA JR., A.. Ecologia e história natural da Mata Atlântica. São Paulo: Ed. Interciência. 2005

APLICAÇÃO E ANÁLISE DE PROTÓTIPOS NA METODOLOGIA DE PROJETO PARA DESIGN DE MOBILIÁRIO: UM ESTUDO DE CASO

Herissom Donizetti Redi Ferreira
Mariana Yuri Takeda Ribeiro
Letícia Tescaro Braga
Luis Carlos Paschoarelli
Paula da Cruz Landim

Universidade Estadual Paulista - UNESP-Bauru.

Resumo

Esse estudo tem como objetivo discutir a importância da utilização do protótipo como ferramenta metodológica no design de produtos, permitindo a análise prática da usabilidade do objeto. Fundamentado no ecodesign, o produto propõe a aplicação de materiais alternativos e estruturas simples de ligação, a fim de garantir a capacidade de contribuir para sustentabilidade ambiental.

Palavras-chave: design, protótipo, bambu laminado.

Abstract

This study aims to discuss the importance of using the prototype as a methodological tool in product design, allowing the analysis of the practical usability of the object. Based on ecodesign, the product proposes an application of alternative materials and simple structures for connection, ensuring the ability of contribution on environmental sustainability.

Keywords: *design, prototype, laminated bamboo*.

Introdução

Atualmente, sustentabilidade é o conceito mais explorado quando se pretende demonstrar a importância dos princípios ecológicos no desenvolvimento econômico humano. Mas essa condição é mais facilmente conquistada quando se acredita que o Design tem grande capacidade de contribuir para a sua efetiva aplicação, principalmente associado ao desenvolvimento sustentável.

De modo geral, desenvolvimento sustentável consiste em assegurar o crescimento industrial e econômico sem causar impactos ambientais negativos e, nesse sentido, os produtos devem suprir as necessidades dos seres humanos, sem comprometerem gerações futuras.

Alternativas para promoção do pensamento sustentável são propostas que surgem diariamente, principalmente devido à crescente preocupação pela preservação dos ecosistemas. Empresas, indústrias, líderes políticos, organizações não governamentais, entidades religiosas e civis se empenham na tentativa de reverter, ou pelo menos amenizar, os impactos causados ao meio ambiente.

Neste contexto estão inseridos profissionais de diferentes áreas, com a finalidade de trabalhar em conjunto para geração de propostas ecologicamente corretas. Designers e Engenheiros possuem importância funcional e estratégica nesse processo, visto que está encarregado de projetar não apenas produtos ambientalmente conscientes, mas, também, metodologias de projeto que contribuam no controle dos impactos ambientais resultantes dos produtos e sistemas que desenvolve. Esses profissionais podem aplicar o denominado ecodesign, o qual estuda e atua com fundamentos relacionados à reformulação dos métodos de produção, defasados para os tempos atuais, materiais empregados e manejo dos resíduos industriais, bem como sua redução, reutilização ou reciclagem.

O uso de materiais e processos alternativos, tecnologias mais conscientes, recebe destaque ao passo que a necessidade de medidas de redução de impactos ambientais aumenta. Materiais renováveis, biodegradáveis, energias não poluentes surgem para serem aliados no combate à destruição das condições de vida na Terra.

Logo, a opção por projetar objetos conceituados no ecodesign é uma ação muito importante e que deve ser sempre praticada, principalmente no que diz respeito à produção industrial. Os produtos devem ser projetados considerando-se as questões sustentáveis em materiais empregados, sistemas construtivos, elementos de fixação, usabilidade, descarte, ou seja, todas as etapas do ciclo de vida.

No caso do design de mobiliário, por muito tempo usou-se de madeiras de lei para sua produção, porém estas foram se esgotando, algumas até se extinguiram, e da necessidade de proteção ambiental surgiram materiais alternativos para substituir tal manufatura.

Hoje em dia, existe uma vasta gama de possibilidades em materiais, que foram especialmente desenvolvidos para promover a substituição da madeira de lei. Dentre as principais matérias primas da atualidade, recebe destaque a madeira certificada, como o pinus, por exemplo, de extração e replantio remanejados, e os materiais transformados, como, por exemplo, os compensados, os aglomerados e os laminados, que constituem em estruturas com características gerais similares à madeira natural. Em certos casos também são alternativas a reutilização de resíduos de madeireiras, muitas vezes das próprias madeiras certificadas além, é claro, do bambu e seus derivados, os quais estão ganhando a atenção do ecodesign.

Por outro lado, a aplicação de novos materiais no design de mobiliário exige procedimentos próprios de desenvolvimento e análise do produto; e nesse

segundo caso, a confecção de protótipos caracteriza-se como etapa decisiva no método do projeto.

Assim, o presente estudo teve por objetivo demonstrar a importância da confecção dos protótipos como ferramentas de verificação de resultados obtidos a partir da adoção de uma metodologia de design. Será analisado o processo de desenvolvimento de uma mesa de centro para ambientes internos, projetada para aplicação de madeiras alternativas, elementos formais simplificados e estruturação através de encaixes, que possibilitam a eliminação do uso de adesivos ou outros elementos de ligação, diminuindo o custo de fabricação do produto e o seu possível impacto ambiental.

Revisão Teórica

A escolha de uma metodologia para o desenvolvimento de projetos de design possui grande importância, pois permite a organização e controle das etapas do processo de criação de um produto. A opção por processos adequados pode ser fator decisivo para um bom resultado. Segundo Munari (2008), projetos de design não devem ser feitos sem o estabelecimento prévio de uma metodologia, o que permitirá a análise do que já foi feito de semelhante ao que se quer projetar, bem como a definição de objetivos, etapas de processos, e materiais a serem empregados. Entretanto, a metodologia não consiste em um agente limitador à criatividade do designer, visto que a mesma possui ferramentas que possibilitam a verificação dos resultados de cada etapa e permite a readequação do projeto.

O método de projeto, para o designer, não é absoluto nem definitivo; pode ser modificado caso ele encontre outros valores objetivos que melhorem o processo. Isso tem a ver com a criatividade do projetista, que, ao aplicar o método, pode descobrir algo que o melhore. (MUNARI, 2008)

Dentre tais ferramentas, está a etapa de confecção do protótipo, que permitirá a análise final sobre o objeto projetado, promovendo o questionamento quanto estruturas, materiais e usabilidade do produto, para revelar se alterações devem, ou não, serem feitas, para um resultado mais satisfatório.

Conceitualmente, desenvolvimento sustentável consiste em garantir o crescimento industrial e econômico sem provocar danos ao meio ambiente. Os objetos de consumo devem ser capazes de suprir as necessidades dos seres humanos da atualidade, sem comprometerem gerações futuras.

Sherin (2005) explica o termo sustentabilidade como uso equilibrado entre os aspectos naturais, sociais e econômicos para manter a saúde do planeta e das gerações que virão, ainda, propõe redução do uso de recursos naturais não-renováveis como principal alternativa. De acordo com Manzini e Vezzolli (2008), sustentabilidade ambiental consiste em um conjunto, e demonstram sua relação com o design de produto. Em definitivo, o design para sustentabilidade pode ser reconhecido como uma espécie de design

estratégico, ou seja, o projeto de estratégias aplicadas pelas empresas que se impuseram seriamente à prospectiva da sustentabilidade ambiental. (p. 23)

Deste conceito, destaca-se a definição de ciclo de vida dos produtos. Manzini e Vezzoli descrevem-no como toda a possível trajetória de um objeto, percurso que dever ser cuidadosamente estudado e projetado para que este seja ecologicamente correto. Propõem o desenvolvimento do design para sustentabilidade, que consiste na promoção de um sistema produtivo capaz de atender a necessidade social de bem-estar utilizando-se, para isso, uma quantidade de recursos naturais imensamente inferiores aos níveis da atualidade. Os manejos certificados surgem nesse meio.

Oriunda de um plano de manejo certificado, a madeira certificada contribui para manutenção da vida das florestas nativas, em benefício das comunidades ribeirinhas e indígenas, trabalhadores que obtêm sua subsistência no ecossistema da floresta. De acordo com Medrado e Shimizu (2005), "... no Brasil, os pinus vêm sendo plantados há mais de um século, tendo sido, inicialmente, introduzidos para fins ornamentais. Somente a partir de 1950 é que foram plantadas em escala comercial para produção de madeira. O principal uso deles é como fonte de matéria-prima para as indústrias de madeira serrada e laminada, chapas, resina, celulose e papel. O estabelecimento e o manejo de florestas plantadas com pinus vêm possibilitando o abastecimento de madeira que, anteriormente, era suprido com a exploração do pinheiro brasileiro. Assim, essa prática estabeleceu-se como uma importante aliada dos ecossistemas florestais nativos, pois vem suprindo uma parcela cada vez maior da necessidade atual de madeira".

O MDF (do inglês, Medium Density Fiberboard) consiste em placas resultantes da aglutinação de fibras de madeira e resina sintética, além de outros aditivos. Estas placas são coladas umas às outras através de resinas e fixadas mediante calor e pressão.

De acordo com Lima (2006), a importância desse material está estritamente ligada à potencialidade de aproveitamento econômico da madeira, reduzindo dessa forma a ação predatória de florestas nativas e possibilitando maior produtividade para as indústrias moveleiras. Apesar de seu custo de produção elevado, em comparação ao aglomerado, sua substituição no mercado é cada vez mais perceptível devido ao desempenho superior que o MDF proporciona. Além de seu caráter ecológico, outros fatores relacionados a esse material foram determinantes para sua escolha. Como exemplos, podemos citar sua grande estabilidade dimensional, resistência a empenamentos, facilidade de usinagem e processos de acabamento, como envernizamento, pintura e revestimento. Seu único empecilho é sua característica higroscópica, tendência a expandir em ambientes excessivamente úmidos.

Com o crescente desmatamento das florestas nativas e conseqüente extinção de espécies, o bambu pode ser considerado alternativa capaz de suprir a demanda de matéria prima, descartando a ameaça de futuros danos ao meio ambiente. Trata-se de uma planta lenhosa, predominantemente tropical com

grande potencial agrícola pelo seu caráter perene, produzindo colmos assexuadamente todo ano*, sem necessitar de replantio.*

Para Jaramillo (1992, apud PEREIRA; BERALDO, 2007, p 40), o bambu é "... recurso natural que se renova em menor intervalo de tempo, não havendo nenhuma outra espécie florestal que possa competir com o bambu em velocidade de crescimento e de aproveitamento por área".

Produtos a base de bambu processado podem substituir e evitar o corte predatório de florestas tropicais. Sua aplicação na indústria de construção e moveleira se dá ao fato de apresentar excelentes propriedades mecânicas, as quais são influenciadas pelo teor de umidade do colmo, idade e densidade, mas são principalmente relacionadas ao teor de fibra do material, alcançando sua máxima resistência quando estão maduros, com cerca de três anos. A respeito das propriedades características deste material, Janssen (2000, apud PEREIRA; BERALDO, 2007, p. 40) afirma que "[...] se forem consideradas as relações resistência/massa especifica e rigidez/massa especifica, tais valores superam as madeiras e o concreto, podendo ser tais relações comparáveis, inclusive ao aço".

Dentre as diversas possibilidades de utilização do bambu, o BLC (Bambu Laminado Colado) é considerado a mais promissora, pois, possibilita uma vasta gama de produtos que possam ser confeccionados junto à estética única do material e substituindo de muitas maneiras o uso da madeira. Não obstante, os objetos fabricados a partir do BLC possuem uma aceitação comprovada no mercado internacional, sendo Europa e Estados Unidos os maiores importadores, e a China a principal exportadora. No Brasil, o material ainda é pouco difundido devido à ausência de equipamentos que permitam a usinagem adequada do bambu, para transformar sua estrutura tubular em ripas de seção regular.

O processo de confecção do laminado de bambu constitui-se basicamente da obtenção de ripas a partir da área útil do colmo, as quais serão posteriormente submetidas ao processo de remoção da casca e da curvatura interna através de uma plaina de duas faces. Essas ripas sofrem tratamento químico em imersão, de forma a aumentar sua vida útil evitando insetos xilófagos. Quando secas, as mesmas podem ser coladas e prensadas, onde após o período de cura, a placa pode ser trabalhada da mesma forma que uma madeira de média densidade.

Técnicas de união de madeira são desenvolvidas há vários séculos. A junção a topo é a mais simples de todas as formas de encaixe, consiste na fixação de duas peças de madeira por meio de um rasgo, formando um T (ou L, dependendo da aplicação) já que as peças devem estar perpendiculares entre si. Algumas vezes, de acordo com o resultado pretendido, existe a necessidade de aplicação de adesivo para aumentar o poder de fixação entre as madeiras, tornando a junção definitiva. Entretanto, esta forma de encaixe pode ser utilizada como elementos de montagem e estruturação, não exigindo, assim, a colagem definitiva das mesmas, então o uso da cola torna-se dispensável.

Os encaixes em meia madeira consistem em entrecruzar duas peças de modo que fiquem estabilizadas. De maneira geral, em uma das peças é feito um rasgo com largura igual (ou superior, dependendo da finalidade do encaixe) a espessura da outra peça. Nesta também se faz o rasgo de largura igual à espessura da primeira. As profundidades dos rasgos dependem do projeto e da função a ser desempenhada pela estrutura, visto que não precisam ser necessariamente iguais em ambas as peças de madeira. No entanto, para garantir a estabilização e resistência, recomenda-se que a profundidade de um rasgo nunca deve exceder três quartos da face da madeira na qual é cortado. Este tipo de encaixe pode ser aplicado com sucesso tanto a estruturas desmontáveis quanto em estruturas definitivas, para tanto, neste caso são utilizados outros elementos de fixação.

A hipótese desse estudo considera que a fundamentação de todos esses princípios reforça a necessidade das diferentes formas de representação como meio para verificar a viabilidade projetual durante o desenvolvimento do produto. Portanto, o desenvolvimento de conceitos, desenhos, modelos e projetos técnicos devem ser necessariamente complementados com a confecção e avaliação de protótipos, especialmente quando se pretende utilizar materiais alternativos ou novos, em componentes ou em todo o objeto. Mas para se confirmar isso, é necessário aplicar essa atividade – confecção e avaliação de protótipos – nos métodos de projetos de mobiliário, o que foi o principal objetivo desse estudo.

Materiais e Métodos

A fim de avaliar a hipótese descrita no presente estudo e verificar a viabilidade de aplicar painéis compensados de bambo no design de mobiliário residencial, propôs-se desenvolver um produto conceito o qual se iniciou com a aplicação de métodos de criação por brainstorm. Idéias iniciais foram levantadas e aprimoradas até a definição dos conceitos que foram discutidos durante o projeto, a geração de possibilidades, realizada por meio de análises e representações, utilizando sketches, culminou na definição do projeto.

Ao analisar um consumidor potencial e as necessidades especificas do produto; e por uma questão de materiais e acabamentos, determinou-se que o objeto de estudo seria um móvel para uso interno com design contemporâneo, que assumisse não apenas funcionalidade e usabilidade, mas também um apelo estético que agregasse valor ao objeto. Com estes fatores estabelecidos, definiu-se o desenvolvimento de uma mesa de centro, cujo tampo, feito de BLC, possuiria rasgos, que se encaixariam com travessas e pés de MDF, e esses entre si, *por encaixes em meia madeira.*

As dimensões finais respeitam a forma quadrada para facilitação de embalagem. O projeto fora dimensionado considerando-se propor a melhor eficiência no transporte, armazenamento e manuseio da embalagem, que é mais funcional, pois se utiliza do mínimo de material necessário. Nesta, os elementos da mesa foram sobrepostos de maneira a compor uma embalagem compacta. A partir das definições, iniciaram-se pesquisas de processos de

fabricação e testes antropométricos, que permitiram a construção de um modelo de verificação em escala 1:10.

Para representação foram desenvolvidas ilustrações (figura 1) através de renderização em V-ray, no software Autodesk 3D Studio MAX. A modelagem virtual fora feita no software CAD SolidWorks, onde se obteve também o desenho técnico do projeto. Passou-se, então, a fase de desenvolvimento do protótipo da mesa, que viria servir de base para as análises finais.

Figura 1: Modelo virtual.

Os processos de fabricação do tampo da mesa diferem em alguns aspectos dos utilizados para confecção das travessas e pés, devido às peculiaridades do bambu laminado empregado na mesma, portanto, de forma a proporcionar um maior entendimento sobre o assunto, ambos devem ser discorridos separadamente.

A obtenção do tampo proveniente de BLC requer algumas etapas. A colheita, primeira atividade a ser realizada, pode ser considerada a mais importante, pois, executada de maneira correta, garante a vitalidade e crescimento de novos brotos de bambu. O processamento dos colmos, apesar de ser a etapa mais demorada do processo de obtenção da placa laminada, é fundamental para garantir matéria prima de boa qualidade (ripas).

Devido às limitações do maquinário existente no Laboratório de Processamento de Madeira (Faculdade de Engenharia de Bauru - UNESP), houve a necessidade do tampo ser divido em três (figura 2) partes devido à área insuficiente de trabalho da desengrossadeira de madeira (38 cm) em comparação com a medida do tampo (92 cm). Cada parte foi divida com excedente durante a colagem e fabricação das placas BLC, onde ripas de bambu selecionadas receberam cola nas faces laterais, e posteriormente posicionadas em uma prensa mecânica a frio.

Figura 2: Partes que constituirão o tampo.

Após um período de prensagem (4 horas) e cura do adesivo (24 horas), as placas de BLC foram submetidas a uma desengrossadeira de madeira, onde os excessos de espessura e resíduos de cola foram removidos de cada placa individualmente. Quando se obteve espessuras aproximadas nas partes, as mesmas foram unidas através de uma segunda prensagem e aplicação de adesivo (a frio), dispensando o uso de cavilhas ou outros elementos de junção (figura 3).

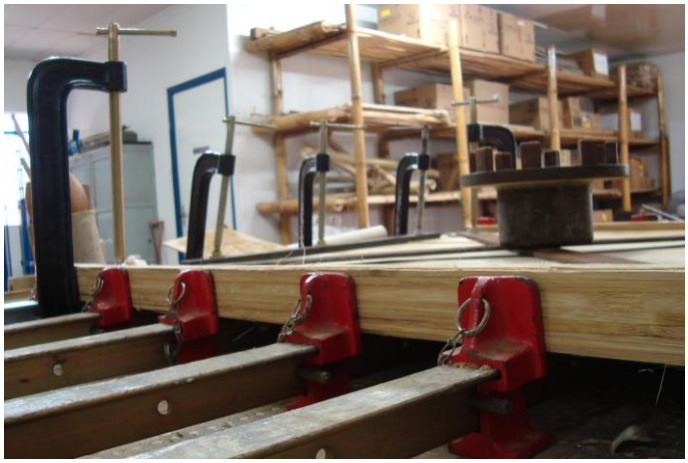


Figura 3: Processo de prensagem a frio.

Com o término da fase de confecção do BLC, o tampo foi movido para o Laboratório de Madeira e Protótipos (Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - UNESP- campus Bauru), onde seu processo foi concluído utilizando maquinário e equipamentos próprios para madeira. Por meio de serra circular, obteve-se as dimensões finais, porém devido ao processo de beneficiamento individual das três partes que compõe a placa, irregularidades em sua espessura eram perceptíveis, sendo removidas com a utilização de uma desengrossadeira elétrica manual (figura 4).

Figura 4: Redução de espessura e eliminação de imperfeições, utilizando a desengrossadeira elétrica.

A seguinte fase constituiu-se da confecção dos rasgos destinados ao encaixe com os demais elementos da mesa. Os rasgos foram obtidos utilizando furadeira (figura 5) e fresa (figura 6) manuais, sendo posteriormente limados (figuras 7 e 8) e lixados para garantir melhor acabamento e funcionalidade no deslizamento dos encaixes na montagem / desmontagem do objeto.

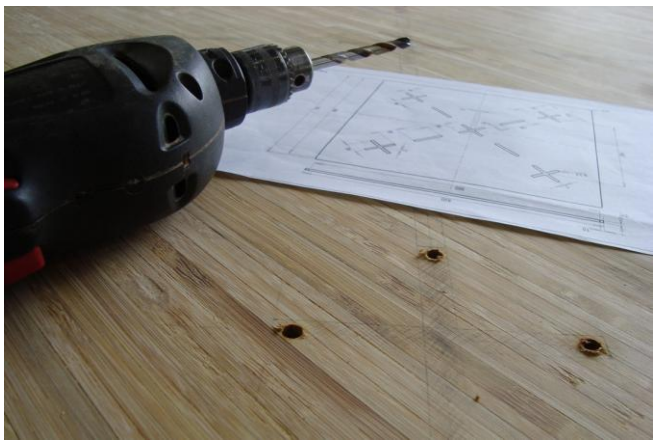


Figura 5: Furadeira utilizada no início da usinagem dos rasgos, seguindo desenho traçado na superfície da chapa.

Figura 6: Abertura dos rasgos com fresa manual, auxiliada por uma guia.

Figura 7: Rasgo bruto.

Figura 8: Acabamento dos rasgos com lima.

Concluídas as atividades de corte e perfuração do tampo, iniciou-se a fase de acabamento. Através do uso de lixadeira orbital (figura 9) e acabamento manual com lixa, obteve-se uma superfície lisa e lustra (figura 10). Em seguida,

foi aplicada seladora para madeiras com pistola de pintura e posterior polimento com cera de carnaúba (figura 11), permitindo realçar as características naturais do bambu e protegê-lo contra umidade e insetos.

Figura 9: Uso da lixadeira orbital.

Figura 10: Superfície lixada.

Figura 11: Polimento com cera de carnaúba.

Para a confecção da travessa e dos pés de encaixe da mesa, foram utilizados processos menos complexos em comparação ao bambu, devido à facilidade de usinagem do material escolhido, o MDF. Utilizou-se a principio serra circular com guia fixada em ângulo para os principais cortes e uma serra de fita para encaixes e detalhes mais delicados (figura 12).

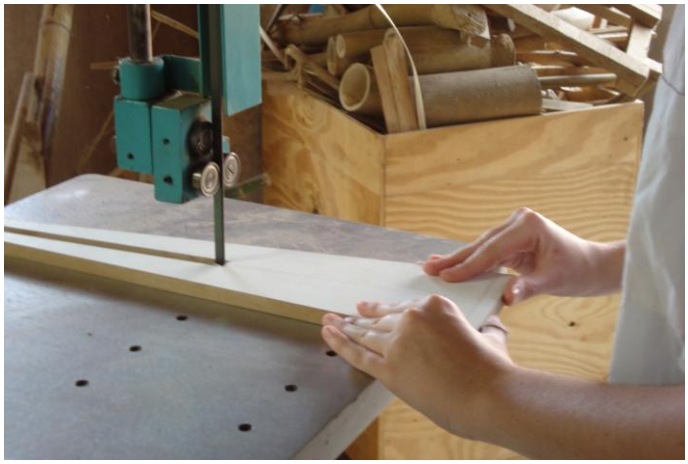


Figura 12: Cortes delicados no MDF, com serra de fita.

O acabamento superficial foi dado a partir de uma lixadeira orbital, e também processos manuais com lixas, grosa e lima (figura 13). Finalizando o processo, foi escolhida tinta esmalte branca à base d'água com acabamento acetinado, obtendo-se maior brilho com aplicação da cera de carnaúba. Por fim, foram adicionados sobre as duas faces da travessa maior, formadora da base, dois adesivos cortados a laser, como proposta conceitual (figura 14).

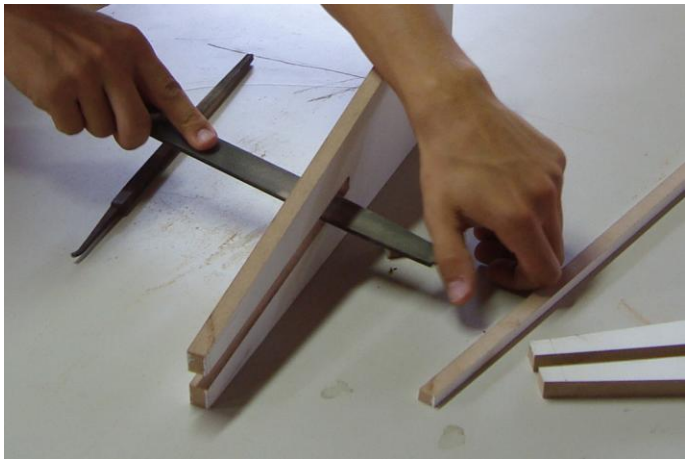


Figura 13: Acabamento dos encaixes com lima chata.

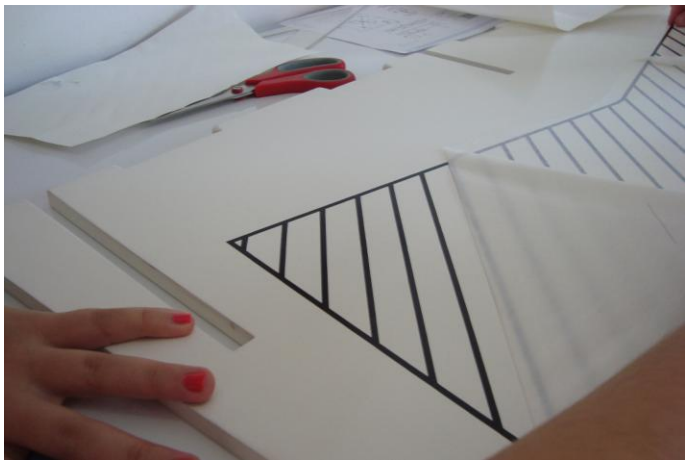


Figura 14: Aplicação de adesivo ilustrativo.

Resultados e Discussão

Os estudos para aplicação e execução dos encaixes foram bem sucedidos, visto que a necessidade de estruturação e a facilidade de montagem/desmontagem da mesa foram supridas através da utilização destes sistemas. A proposta de eliminação do uso de outros elementos de junção, não só minimizaria custos de produção, mas também dispensaria a contratação de serviços terceirizados para a montagem do aparato, facilitando ainda, no final da vida do produto, seu descarte. Para tanto, optou-se por um desenho no qual permitisse que o próprio consumidor montasse sua mesa com facilidade e sem o uso de qualquer ferramenta.

Somado a isso, o fato do objeto desmontado ser capaz de adquirir dimensões razoáveis, possíveis de serem transportadas por uma pessoa, reduz também os custos e complexidade de embalagens, aprimorando dessa forma a logística, ao possibilitar que o próprio consumidor, na hora da aquisição, leve o móvel consigo para casa.

A opção por confeccionar o tampo da mesa em laminado de bambu conferiu ao produto final características diferenciais, visto que esta técnica é ainda pouco empregada no design de mobiliário, embora ofereça grande potencial estético e em termos de resistência. A escolha do MDF para os demais elementos da mesa possibilitou interessante contraste de cores e materiais com o bambu, o que garantiu equilíbrio aos objetos e harmonia ao conjunto. As ilustrações situadas na base da mesa garantiram ares lúdicos ao projeto.

Entretanto, após análise do protótipo de verificação (Figura 15), foi constatado que chapas de BLC, obtidas por colagem de ripas paralelamente, com extensões muito amplas não possuem grande estabilidade se tiverem pequenas espessuras. O que torna necessária a utilização de chapas de bambu mais espessas, ou ainda, o emprego de outro tipo de colagem e arranjo das ripas, como a colagem contra-placada, que consiste em colar finas chapas sobrepondo-as em sentidos opostos, constituindo uma chapa única.

Figura 15: Protótipo do produto final.

A fabricação do móvel pode ser dinamizada com aplicação de maquinário CNC para os cortes dos elementos, diminuindo o tempo de produção, visto que o método utilizado na manufatura do protótipo demanda maiores disponibilidades de tempo. Mediante estas verificações, nota-se a importância do protótipo no processo de criação de objetos.

Considerações Finais

Aspectos relacionados à sustentabilidade, associados à funcionalidade e usabilidade em mobiliários foram os principais elementos que constituíram as justificativas para o desenvolvimento de um móvel residencial. Nesse sentido, foi proposto o desenvolvimento de uma mesa de centro, utilizando esses conceitos e a utilização de MDF e BLC. Os resultados alcançados foram satisfatórios. A opção pela utilização de MDF e BLC, como elementos básicos para o projeto, permitiu a comprovação de que é possível fazer design de qualidade a partir de materiais alternativos.

Por outro lado, verificou-se que o processo de confecção do protótipo possibilitou bases para estudo e análises mais detalhadas quanto estruturação, estabilidade e resistência dos elementos construídos em MDF e bambu laminado colado, além da interação entre ambos os materiais e diferentes formas. Isso ajudou a corroborar a hipótese de que a aplicação de novos materiais no desenvolvimento do projeto de mobiliário exige que os métodos aplicados considerem a confecção e análise de protótipos. Isso se deve pela oportunidade de vivência prática em todas as etapas projetuais, da elaboração à execução, o que é de grande importância para todos os profissionais envolvidos no projeto, visto que fora possível aquisição tanto de aprendizado na área projetual quanto de maiores experiências na fabricação e análise de um produto com reais possibilidades de produção seriada.

Além dos aspectos citados, é importante destacar o reconhecimento desse projeto pelo júri do Concurso Salão Design 2010, e a consequente exposição na 17ª Feira Movesul Brasil, na cidade de Bento Gonçalves, RS.

Por fim, não se pode negar que a opção por adotar o pensamento ecologicamente correto, não apenas no processo industrial de elaboração de um novo produto, até mesmo nas pequenas atividades do cotidiano, por mais simples que sejam, são de extrema importância na tentativa de amenização dos impactos ambientais e preservação das condições de vida no planeta.

Referências

BROWER; MALLORY; OHLMAN. Diseño Eco-experimental: arquitectura / moda / producto. Barcelona: Gustavo Gili, 2007.

EDWARDS, Brian. Guia Básica de La Sostenibilidad. Barcelona: Editora Gustavo Gili, 2008.

ESTRANY, Santiago Pey. Marcenaria e Tapeçaria. São Paulo: Editora Hemus, 2004.

FIELL, Charlotte; FIELL, Peter. Design do Século XX. Köln: Taschen, 2005.

FUAD-LUKE, Alastair. Manual de Diseño Ecológico. Mallorca: Ed. Cartago, 2008.

KAZAZIAN, Thierry. Haverá a Idade das Coisas Leves: Design e Desenvolvimento Sustentável. São Paulo: Ed. Senac, 2005.

LIMA, Marco Antonio Magalhães. Introdução aos Materiais e Processos para Designers. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2006.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis. São Paulo: Edusp, 2008.

MUNARI, Bruno. Das Coisas Nascem as Coisas. 2ª edição. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

SHERIN, Aaris. SustainAble. Massachusetts: Ed. Rockport Publishers, 2005.

UPHAUS, Nicolas. Ecological Design. Alemanha: Te Neues Publishing Company, 2008.

MEDRADO, Moacir José Sales; SHIMIZ, Jarbas Yukio. Cultivo do Pinus. Embrapa, 2005. Disponível em http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pinus/CultivodoPinus/index.htm. Acesso: 17 de março de 2010.

SANTOS, Maria Cecília Loschiavo dos. Móvel Moderno no Brasil. São Paulo: Editora USP, 1995.

BORGES, Adélia. Maurício Azeredo – A construção da identidade brasileira no mobiliário. São Paulo: Instituto Lina Bo e P.M., 1999.

WEARING, Robert. Carpintería Creativa. Barcelona: Editora CEAC, 1999.

PEREIRA, Marco A. R; BERALDO, Antonio L. Bambu de Corpo e Alma. Bauru: Canal6, 2007.

IIDA, Itiro. Ergonomia: Projeto e Produção. 2ª edição. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2005.

NORMAN, Donald A. O design do dia a dia. Rio de Janeiro: Rocco, 2006.

MODALIDADE: RESUMO EXPANDIDO

APLICAÇÃO DE TEXTURAS TÁTEIS EM RÓTULOS DE PVC: UM ESTUDO TEÓRICO

Tatiana Louise Avila de Campos Rocha
Thayse Soares Scussel
Ricardo Drehmer

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Resumo

Este trabalho contempla um estudo sobre o processo usado para obtenção de texturas em rótulos de PVC. Com intuito de estabalecer uma relação mais próxima entre embalagem e usuário na interação táctil, busca-se contemplar diferentes níveis de benefícios ao projetar embalagens com essa interação como, por exemplo, facilitar o contato do deficiente visual com o produto.

Palavras-chave: Texturas tácteis; embalagens; materiais e processos.

Abstract

This paper contemplates a research about the process to obtain textures in labels made of PVC. The aim is to establish a stronger connection between packaging and user when it comes down to tactile interaction, trying to contemplate different levels of benefits when designing packaging with that interaction, such as, making easier the relationship of the visually impaired people with the product.

Keywords: *Tactile textures; packaging; material and process*.

Introdução

A história da embalagem sempre acompanhou a necessidade do ser humano de proteger, transportar e armazenar os seus produtos. No antigo Egito, por volta de 1000 A.C., remédios eram embalados e rotulados em invólucros de bambu por médicos. Jarros de barro contendo gravações eram comumente vistos na Grécia antiga. Em meados do século XIX, na medida em que as novas tecnologias permitiam que os manufatureiros e produtores estocassem seus produtos em formatos pré-embalados, as embalagens foram ganhando mais força e consolidando-se cada vez mais, aproximando-se do que ela é hoje. Pela primeira vez, estas tecnologias possibilitaram que os agricultores embalassem sua produção enquanto fresca e transportassem-na para o mercado. Além disto, é de grande relevância que esta inovação abriria espaço para os manufatureiros tornassem seus produtos mais atrativos para a compra, criando assim uma espécie de identidade de marca. (CALVER, 2007) Grande parte das evoluções tecnológicas que permitiram tais avanços encontra-se no setor da produção gráfica, uma vez que a embalagem tornou a possuir grande carga de comunicação visual, tornando-se uma ferramenta poderosa de marketing. A popularização do rótulo foi resultado de grandes invenções, como a máquina de fazer papel, pelo francês Nicolas-Lois Robert, e a litografia, por Alois Senefeldern, na Bavária, ambos por volta de 1800. Em 1850, George Baxter patenteu a cromolitografia, permitindo a impressão de rótulos em cores. Aos poucos, os fabricantes começavam a perceber que os rótulos que possuíam mais cores e elementos gráficos chamavam mais atenção e, assim, vendiam mais.

Atualmente, a embalagem, independente do material que a compõe, se faz presente nas 4 seções do ‘mix’ no marketing: no produto, no preço, na promoção e no ponto de venda, além de vincular-se à toda logística de transporte do produto. Portanto, adiciona-se às funções de conservação e proteção a funcionalidade, propaganda, estética, valor agregado, impacto ambiental e comunicação com público alvo. Todas são variáveis contemporâneas pesadas em uma embalagem. Entretanto, a última delas ainda peca num ponto: os que não podem contemplar, interagir, identificar, receber a mensagem a ser transmitida através da visão. Os deficientes visuais tem sido uma parcela da população deixada de lado em grande parte dos projetos gráficos de embalagens, uma vez que os elementos de comunicação limitam-se apenas ao visual.

Portanto, o presente trabalho possui o objetivo de ampliar a gama de recursos gráficos a partir da obtenção de texturas táteis em rótulos de PVC por meio dos processos de impressão e acabamentos em vernizes, uma vez que o material não permite o acabamento em relevo seco, devido à sua espessura e propriedades físicas. O estudo contemplará um breve levantamento de produtos e processos de impressão e acabamentos a fim de obter a melhor forma de reproduzir um relevo no material em questão. Partindo da conceituação do Design Sensorial, a qual é embasada na exploração das sensações humanas, pretende-se não apenas adaptar uma forma de comunicação exclusiva com os deficientes, como a escrita em Braille, mas

expandir o recurso de modo a ampliar a sensação ao toque da embalagem mesmo para aqueles que podem vê-la.

Tintas

A indústria de tintas para revestimentos utiliza um grande número de matérias-primas e produz uma elevada gama de produtos em função da grande variedade de superfícies a serem aplicados, forma de aplicação, especificidade de desempenho. A tinta pode ser considerada como uma mistura estável de uma parte sólida (que forma a película aderente à superfície a ser pintada) em um componente volátil (água ou solventes orgânicos). Uma terceira parte denominada aditivos é responsável pela obtenção de propriedades importantes tanto nas tintas quanto no revestimento.
A tinta é uma preparação, o que significa que há uma mistura de vários insumos na sua produção. A combinação dos elementos sólidos e voláteis define as propriedades de resistência e de aspecto, bem como o tipo de aplicação e custo do produto final. (ROCHA, 2005)

Tinta para impressão

As tintas para impressão compõem um grupo a parte dentro do setor de tintas. Os produtos se destinam a impressão de embalagens (plásticas, papel, cartão, metal), publicações diversas, material didático, etc. Assim, temos tintas para flexográfia, rotogravura, off-set, off-set reativas, tipografia, metalgrafia, secagem ultra violeta, litografia e silk-screen. As principais etapas de fabricação para este tipo de tinta são: Pesagem – Nas fábricas de tinta as matérias-primas são pesadas manualmente ou automaticamente. Entretanto, a automatização é mais comum quando as matérias primas são líquidas ou pastosas, e manuais para matérias-primas sólidas. Dispersão – Nesta etapa do processo os componentes sofrem uma primeira homogeneização, este processo físico visa reduzir as matérias primas sólidas a pequenas partículas de tamanho uniforme e distribuí-las por igual junto das matérias primas líquidas. Moagem – Dependendo das características técnicas de cada produto, é necessário acrescentar mais uma etapa a moagem. Este processo tem como objetivo reduzir ainda mais o tamanho das partículas facilitando ainda mais a uniformidade do lote. Afinação/Diluição – O lote é enviado para tanques e/ou misturadores onde ocorre a adição de solventes, vernizes e aditivos. Filtragem – Após a diluição, a tinta é filtrada para remoção de partículas não dispersas ou qualquer outro sólido presente. Envase e Armazenamento – A tinta é transferida para latas, baldes, tambores ou containeres, rotulada, embalada e encaminhada para o estoque e/ou expedição. As tintas gráficas ou litográficas secam por oxidação (polimerização) do veículo e possuem características espessas e viscosas, conferindo a elas uma consistência pastosa. Já as tintas utilizadas para rotogravura e flexográfias são mais fluidas, veículo bem menos viscoso e secam por evaporação do veículo. (ROCHA, 2005)

Tintas para revestimentos

Nos sistemas base de água a parte líquida é preponderantemente a água. Estes produtos denominados genericamente de produtos látex são baseados em dispersões aquosas poliméricas (emulsões) tais como: vínílicas, vinil acrílicas, acrílicas, estireno-acrílicas, etc. A parte volátil das tintas das tintas látex é constituída por 98% de água e 2% de compostos orgânicos (valores médios).
É importante salientar que em tintas industriais há outras tecnologias concorrentes dos sistemas aquosos na solução de problemas ambientais, como, por exemplo, tintas em pó, tintas de cura por UV, tintas de altos sólidos, etc. (ROCHA, 2005)

Vernizes

Um verniz é uma solução ou dispersão sem pigmento, de resinas sintéticas e/ou naturais em óleos ou em outros meios dispersores, usado como revestimento protetor e/ou decorativo de diversas superfícies e que seca por evaporação, oxidação e polimerização de partes dos seus constituintes. Não tendo pigmentos, os vernizes são menos resistentes à luz que as tintas, os esmaltes e as lacas pigmentadas. Formam, entretanto, uma película transparente, que acentua a textura da superfície revestida. Os vernizes são freqüentemente óleos-resinosos. Existem duas classes menores, os vernizes a álcool e o charão (laca japonesa). Os vernizes a óleo são soluções de uma ou mais de uma resina natural ou sintética num óleo secativo e num solvente volátil. O óleo reduz a fragilidade natural da película de resina pura. Os vernizes a óleo são soluções de resinas, mas o solvente é inteiramente volátil e não forma película. Tinham antigamente, uma importância fundamental, mas foram substituídos, em grande parte, pelos vernizes à base alquídica ou de uretanas, em virtude da maior durabilidade, do menor amarelecimento e da facilidade de aplicação e da beleza dos novos produtos. A pressão no sentido de reduzirem-se os solventes poluentes da atmosfera nos vernizes e nas tintas, juntamente com o desejo de se ter a limpeza das ferramentas e das sobras de trabalho feita à água, levaram ao desenvolvimento de vernizes à água. Os vernizes a álcool são os que secam com maior rapidez, mas tendem a ser quebradiços, e com o tempo, podem descascar, a menos que se adicione plastificantes. Os esmaltes são revestimentos com boas propriedades de uniformização e com um acabamento muito brilhante. São brancos, corados ou profundamente coloridos.
Os vernizes segmentam-se em: verniz brilho (gloss), utilizado para realçar a aparência da superfície impressa, tornando-a mais viva e rica, fazendo que com o impresso tenha maior impacto visual; Verniz fosco (matte), que confere à superfície um aspecto suave, reduzindo a intensidade do reflexo no substrato e permitindo a maior legibilidade de textos pequenos; Verniz UV, possuindo as mesmas funções do verniz brilho, entretanto perpassando um aspecto mais rico e vivo. Requer um sistema de secagem feito por raios ultra-violeta) e podendo ser aplicado em toda a superfície ou localizado; por fim, o verniz texturizado, que, ao curar, forma uma camada com aspecto tátil diferenciado, conferindo ao trabalho um acabamento exclusivo e atraente. (ROCHA, 2005)

PVC

O PVC (poli cloreto de vinila) é um polímero versátil, resistente a choques, intempéries, como sol, chuva, ventos e maresia; à ação de fungos, bactérias, insetos e roedores, como também à maioria dos reagentes químicos, impermeável, durável, inócuo e 100% reciclável; não se corrói, é isolante térmico, elétrico e acústico e não propaga fogo, sendo também auto-extinguível, podendo ser produzido em qualquer cor, desde transparente até opaco e de rígido a flexível. Estas características são obtidas com a utilização de plastificantes, estabilizantes térmicos, pigmentos, entre outros aditivos, usados na formulação do PVC. É amplamente utilizado em rótulos para iogurtes, vinagres, refrigerantes, sucos e água mineral. O material também é conhecido como termoencolhível e a principal impressão é a flexográfica. O tratamento superficial e limpeza são realizados através de solventes. Para a pintura, são indicadas tintas acrílicas, termoplásticas/acrílica-vinílica/poliuretano/emulsão acrílica ou alquídica. (ROCHA, 2005)

Processo de produção de rótulos em PVC

Os rótulos de embalagens são impressos pelo meio do processo de flexografia. A flexografia pode ser considerada uma evolução do sistema de impressão tipográfica. Trata-se de um método rotativo de impressão tipográfica que, no lugar do metal, emprega pranchas de borracha flexível em alto relevo, em um sistema de impressão direta, ou seja, a tinta passa diretamente da prancha flexível ao substrato, sem passar por outras etapas, como acontece na litografia offset, por exemplo. A tinta utilizada é líquida, podendo ser solúvel em solvente ou água. A vantagem da utilização da flexografia em relação a outros processos consiste na possibilidade de impressão em diferentes substratos, como plásticos, filmes de PVC, cerâmicas, papel ondulado, superfícies grossas ou finas, ásperas ou lisas, desde papeis absorventes até suportes brilhantes e de alumínio.
A produção dos rótulos é feito de forma rotativa, incidindo o substrato na sua forma contínua, através de bobinas, recebendo a impressão e o acabamento desejado para então ser cortado no seu tamanho final. Tendo em vista este sistema, é importante observar que não é do interesse de nenhuma parte uma quebra no ritmo produtivo a fim de obter um acabamento diferenciado. É necessário, portanto, utilizar-se de um sistema que mantenha a continuidade na produção, característica do processo rotativo e do sistema mercantil contemporâneo.

Processos de obtenção de textura tátil

A obtenção de uma terceira dimensão ao material gráfico requer a consideração de algumas variáveis. Dentre elas estão a durabilidade desejada ao produto, escala da produção, estrutura do substrato a ser aplicado o efeito, custo e impacto ambiental. Conferir um acabamento diferenciado, como a textura tátil, incide em uma redução na velocidade da tiragem, uma vez que a tecnologia atual não permite que este acabamento seja aplicado tão rápido

quanto uma impressão rotativa, por exemplo. Também é de grande importância ressaltar que isto também implica na adição de uma nova parte no processo produtivo, podendo gerar consumo de energia, efluentes, resíduos sólidos, tempo e dinheiro, além de, em alguns processos, agregar mais material ao substrato, dificultando a sua reciclagem.

Os acabamentos que geram relevo podem ser de origem mecânica ou química. Para a primeira, pode-se citar o relevo. Este consiste na prensagem de um clichê, na forma desejada a ser aplicada, na etapa de corte e vinco da embalagem. Para os de origem química, é possível utilizar-se da própria serigrafia, cuja tinta aplicada diversas vezes confere um relevo. Também é possível utilizar tintas plásticas especialmente projetadas para, ao curar, expandirem-se e solidificarem-se formando uma textura tátil. Entretanto é um processo que exige tempo e múltiplas aplicações, sendo realizado em sua maioria na forma manual e em baixas tiragens.

Ainda neste âmbito, há o processo de flocagem, que consiste na aplicação de fibras têxteis, denominadas 'flocos', com o auxílio de adesivos e em variados tipos de superfícies. Sua aplicação é feita após a impressão, através de um processo eletrostático no qual o resultado é uma superfície aveludada. Seu processo, ainda que realizado por máquina, é de operação manual, ou seja, cada peça deve ser flocada manualmente, requerendo tempo e limitando a baixíssimas tiragens.

Semelhante a isto, temos o relevo americano. Trata-se da aplicação de uma fina camada de tinta úmida, com um pó termoplástico que, ao aquecer-se, torna-se um líquido homogêneo. No resfriamento, este líquido solidifica-se, deixando um acabamento em relevo sólido sobre a área impressa. A sua vantagem está na possibilidade de aplicação em detalhes finos com alta definição.

Por fim, é possível obter texturas táteis através de vernizes e coberturas. Conforme anteriormente mencionado, os vernizes podem possuir um acabamento brilhoso, fosco ou texturizado, podendo ser aplicado na superfície inteira ou em regiões específicas. Este método é aplicado da mesma forma que uma cor adicional ainda na própria impressora, requerendo a gravação de uma chapa (no caso da litografia offset) ou da prancha de borracha (no caso da flexografia) para os vernizes localizados. A secagem é realizada conforme a sua composição e seu efeito desejado. Algumas das características gerais desejáveis dos vernizes incluem a alta adesão à tinta, resistência a arranhões, resistência química, reatividade e flexibilidade. Para a sua utilização a fim de uma diferenciação tátil aprimorada também é desejável que o verniz possua possibilidade de alta deposição, tenha alta transparência e definição das suas "arestas". Para produtos com este último atributo evidente, é possível a sua utilização para escrita em Braille em impressos.

Outro método de conferir ao substrato um efeito tridimensional é a partir da utilização de dois tipos de vernizes – o verniz de sobreimpressão, aplicado nas áreas onde se deseja obter a textura – e o verniz UV brilho que será aplicado em toda a superfície, a fim de criar o efeito de relevo no impresso. O processo é realizado, inicialmente, a partir da aplicação do verniz OP (overprint) sobre o substrato apenas nas regiões desejadas, através da gravação de uma chapa. Após a sua cura, é aplicado o verniz UV brilho, e então curado através da

emissão de raios UV. Devido ao fato de o primeiro verniz repelir o segundo nas áreas comuns onde foram aplicados, o segundo expandirá e secará de forma elevada. Nas regiões onde somente foi aplicado o verniz UV, formará um acabamento brilhoso, "rebaixado". (I-GRAFIX, 2010)
Dos processos de produção gráfica encontrados atualmente, na etapa de acabamentos relacionados à obtenção de texturas táteis, é possível concluir que aquele que menor incide em uma redução do ritmo produtivo, aliado à melhor possibilidade de adaptação ao processo de impressão, como também tem seu custo reduzido, é feito com vernizes.

Aplicação dos estudos em embalagem hipotética

Partindo de uma embalagem envolta por um rótulo feito de filme de PVC, pode-se, portanto, aplicar diferentes processos de acabamento, dependendo da necessidade do tipo de textura a ser gerada, tais quais as variáveis anteriormente citadas, como tempo, custo, durabilidade e impacto ambiental. Devido às características do filme polimérico de Poli Cloreto de Vinila, excluem-se destes os processos realizados mecanicamentes a seco e térmicos, limitando-se a aqueles que são realizados como uma forma de acabamento sobre a superfície sem gerar deformação e/ou qualquer outra alteração física diretamente sobre o substrato.
Contudo, é importante observar que processos de acabamentos superficiais como a aplicação da flocagem, realizados atualmente de forma predominantemente manual, ao serem aplicados a uma produção de larga escala, teriam de ser implementados e adaptados de forma a vincularem-se a uma linha de produção contínua, como a flexografia rotativa, evitando que as embalagens necessitem ficar paradas durante o processo de aplicação, cura e controle de qualidade.
Exemplificando os estudos até aqui apresentados, seria possível aplicar a um rótulo de embalagem hipotética de iogurte sabor pêssego um acabamento em flocagem para um elemento gráfico representativo da fruta, aproximando-se da textura do objeto real. Ou então, para uma embalagem hipotética de alguma bebida, que possuísse a grafia do líquido sendo servido em um recipiente, é possível aplicar o método da aplicação de dois vernizes, elevando o filete líquido do nível do papel e perpassando a sensação de volumetria. Outros produtos como os de limpeza poderiam receber uma camada de verniz UV brilho sobre uma superfície fosca, transmitindo a sensação tátil e visual de uma área que foi limpa pelo próprio produto. Ainda mais, é possível transmitir informações importantes e normativas aos deficientes através do código Braille, realizado com vernizes que possuam atributo de alta definição.

Conclusão

Portanto, é fato que a embalagem atualmente possui em sua totalidade uma grande parte de poder de comunicação e provocação de sensações a fim de transmitir ao comprador uma mensagem a respeito do produto e da marca. Contudo, neste canal de comunicação há uma falha, uma vez que é feito em

sua maioria através do sentido visual, excluindo, assim, aqueles que neste possuem alguma deficiência. Esta afirmativa pode ser reforçada pela observação dos atuais processos produtivos, que, apesar do exponencial avanço tecnológico contemporâneo, deixa a desejar na sua orientação a acabamentos para a geração de superfícies táteis.

Pode-se concluir, assim, que a aplicação que melhor se adapta ao sistema de produção atual para rótulos de PVC consiste no acabamento nos variados tipos vernizes, como também o processo de flocagem. Entretanto, para este, seria necessário uma adaptação para produção em larga escala, dentro da linha contínua de impressão.

Uma vez que os avanços tecnológicos direcionem-se para uma produção com elementos táteis de forma mais comum e prática, será possível expandir a criatividade dentro do universo do design sensorial e abranger um mundo ainda maior de possibilidades no que se refere ao contato entre o produto na gôndola e seu potencial comprador, que até então, apenas o vê com os olhos.

Referências

CALVER, Giles. What is packaging design?. Mies: RotoVision, c2007, 255 p. :il.

ROCHA, Aurélio Nazaré. Tintas & vernizes: ciência e tecnologia. 3. ed.rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. 1044 p.

ZEMAN, Andrea. Packagin design for the blind. Disponível em <http://www.industrialdesignserved.com/Gallery/Packaging-design-for-the-blind/372091> . Acesso em: 22 de junho de 2010.

ARAUJO, Eli. Embalagem é barreira para deficiente visual. Publicado em 20 de maio de 2009. Disponível em <http://www.bonde.com.br/bonde.php?id_bonde=1-39--182-20090520> . Acesso em 24 de junho de 2010.

QUARTIM, Elisa. Design acessível de embalagem. Disponível em <http://embalagemsustentavel.wordpress.com/2010/01/30/design-acessivel-de-embalagem/>. Acesso em 22 de junho de 2010.

MACHADO, Fabiana Simões Temponi. O design gráfico e o deficiente visual. Publicado em 9 de dezembro de 2009. Disponível em <http://www.webartigos.com/articles/29736/1/>. Acesso em: 24 de junho de 2010.

Revista ÉPOCA. Compras com o tato. Disponível em <http://revistaepoca.globo.com/Epoca/0,,EPT760642-1664,00.html> . Acesso em 22 de junho de 2010.

Revista PACK. A história da embalagem no Brasil: Evolução de sucesso. Publicado em outubro de 2006. Disponível em <http://www2.furg.br/projeto/portaldeembalagens/dez/historia.html> . Acesso em 22 de junho de 2010.

I-Grafix. Chemical embossed printing using UV varnish. Disponível em <http://www.i-grafix.com/index.php/articles/articles/chemical-embossed-printing-using-uv-varnish.html>. Acesso em: 24 de junho 2010.

PrintingDirect. Varnishing. Disponível em <http://www.printingdirect.com/information/varnishing.php>. Acesso em: 22 de junho de 2010.

05 workshop DESIGN&MATERIAIS

CAFFENOL: UM PROCESSO ALTERNATIVO EM REVELAÇÃO FOTOGRÁFICA DE FILMES PRETO-E-BRANCO

Tatiana Louise Avila de Campos Rocha
Leonel Soares Zarpelon
Pedro Bosak Guazzelli

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Resumo

O presente trabalho propõe-se a apresentar um processo alternativo, a base de café solúvel, para utilização na revelação fotográfica de filmes monocromáticos. Desta forma poderia-se fazer uso de materiais normalmente utilizados no dia-a-dia. O objetivo deste estudo é o de apresentar a concepção teórica, formulativa e prática do processo químico e laboratorial do processo alternativo em questão.

Palavras-chave: fotografia; café; processos alternativos.

Abstract

This work intends to present an alternative process, based on soluble coffee, to be used in the development of monochromatic photographic films. Taking this into account would be possible to use daily materials. The main of this study is to present the theoretical conception, formulation and practices of the chemical and laboratorial of the alternative studied process.

Keywords: *photograph; coffee; alternative process*.

Introdução

Fotografia é, essencialmente, a técnica de criação de imagens por meio de exposição luminosa, fixando esta em uma superfície sensível. A primeira fotografia reconhecida remonta ao ano de 1826 e é atribuída ao francês Joseph Nicéphore Niépce. Contudo, a invenção da fotografia não é obra de um só autor, mas um processo de acúmulo de avanços por parte de muitas pessoas, trabalhando juntas ou em paralelo ao longo de muitos anos. Se por um lado os princípios fundamentais da fotografia se estabeleceram há décadas e, desde a introdução do filme fotográfico colorido, quase não sofreram mudanças, por outro, os avanços tecnológicos têm sistematicamente possibilitado melhorias na qualidade das imagens produzidas, agilização das etapas do processo de produção e a redução de custos, popularizando o uso da fotografia.

Atualmente, a introdução da tecnologia digital tem modificado drasticamente os paradigmas que norteiam o mundo da fotografia. Os equipamentos, ao mesmo tempo que são oferecidos a preços cada vez menores, disponibilizam ao usuário médio recursos cada vez mais sofisticados, assim como maior qualidade de imagem e facilidade de uso. A simplificação dos processos de captação, armazenagem, impressão e reprodução de imagens proporcionados intrinsecamente pelo ambiente digital, aliada à facilidade de integração com os recursos da informática, como organização em álbuns, incorporação de imagens em documentos e distribuição via Internet, têm ampliado e democratizado o uso da imagem fotográfica nas mais diversas aplicações. A incorporação da câmera fotográfica aos aparelhos de telefonia móvel têm definitivamente levado a fotografia ao cotidiano particular do indivíduo.

Dessa forma, a fotografia, à medida que se torna uma experiência cada vez mais pessoal, deverá ampliar, através dos diversos perfis de fotógrafos amadores ou profissionais, o já amplo espectro de significado da experiência de se conservar um momento em uma imagem.

A fotografia nasceu em preto e branco, mais precisamente como o preto sobre o branco, no início do século XIX. Desde as primeiras formas de fotografia que se popularizaram, como o daguerreótipo - aproximadamente na década de 1823 - até aos filmes preto e branco atuais, houve muita evolução técnica e diminuição dos custos. Os filmes atuais têm uma grande gama de tonalidade, superior até mesmo aos coloridos, resultando em fotos muito ricas em detalhes. Por isso, as fotos feitas com filmes PB são superiores as fotos coloridas convertidas em PB.

As fotografias em preto e branco se destacam pela riqueza de tonalidades; a fotografia colorida não tem o mesmo alcance dinâmico.

Na fotografia P&B se costuma utilizar a luz e a sombra de forma mais proeminente para criar efeitos estéticos - há quem prefira fotografar apenas em filme preto e branco, mesmo com a maior facilidade e menor custo do equipamento digital. Os sensores das câmeras digitais ainda possuem alcance dinâmico muito menor do que a fotografia P&B e mesmo da colorida, estando mais próximo do slide.

Este artigo tem como objetivo principal a apresentação do processamento tipo Caffenol, desde a sua formulação química, características químicas e estéticas e o ensino passo-a-passo deste tipo de revelação alternativa. Para isto, iniciou-se o artigo de forma a apresentar todos os outros processos laboratoriais de

revelação fotográfica mais utilizados atualmente. Este artigo é resultante de estudos e conhecimentos adquiridos a partir do trabalho de Roger K. Bunting, professor da Universidade Estadual de Illinois e autor de “The Chemistry of Photography”.

Desenvolvimento

A fotografia em filme e sua importância atual:

A fotografia, originalmente, se apresentava apenas em preto e branco, também conhecido como formato monocromático. Com tons de cinza indo do preto ao branco, os filmes mais modernos, chamados “pancromáticos”, criados em 1906, captam todo espectro visível. Tem uma grande gama de tonalidades, superior até mesmo aos coloridos, resultando em fotos muito ricas em detalhes. É tido como consenso que a fotografia em preto e branco é mais sutil e sujeita a interpretações que a fotografia colorida, pois seu formato nada mais é do que uma abstração (de cores) da realidade. Freqüentemente fotos coloridas digitais são tratadas para se assemelhar com filmes monocromáticos, sendo que algumas máquinas são preparadas especialmente para tal. Na fotografia preto-e-branco, luz e a sombra é um recurso muito mais utilizado, a fim de se criar efeitos estéticos. Há diversos fotógrafos que preferem ainda fotografar apenas em filme preto e branco pra se ter mais liberdade criativa, mesmo com um custo e complexidade maior que a fotografia digital.

O FILME FOTOGRÁFICO

Materiais

O filme fotográfico preto e branco é constituído de uma base plástica, a qual é geralmente composta por triacetato de celulose, que é flexível e transparente, sobre a qual é depositada uma emulsão fotossensível. Esta emulsão é composta basicamente por cristais de haleto de prata combinados com sais halóides (cloreto, brometo e iodeto) e são revestidos com uma camada de gelatina para proteção.

Tipos de processamento

REVELAÇÃO C-41

O C-41 é um processo desenvolvido pela Kodak de revelação de filmes para impressão originalmente em cor. Hoje em dia também se têm filmes preto-e-branco com revelação do tipo C-41. O processo revela o filme em negativo.

Os negativos processados em C-41, como em todos os filmes coloridos, são compostos de camadas de corantes. Devido à instabilidade em longo prazo, os corantes dos negativos C-41 podem desbotar em um determinado período de tempo, caso não seja revelado. Este foi um significante problema com primeiros filmes. Depois de determinados investimentos de pesquisas, os filmes mais novos passaram a suportar maiores tempos para revelações, desde que respeitada sua data de validade.

O C-41 se tornou padrão quando o processo de revelação se tornou industrializado. Os laboratórios contam a bom tempo com máquinas reveladoras, que fazem todo o trabalho químico de forma automatizado, de

acordo com o código da tarjeta do filme. Por isso podem revelar tanto um filme de sensibilidade ASA 100 quanto um ASA1600, sem ter que cuidar manualmente do processo.
Esse processo, realizado de forma automatizada, garantiu uma massificação da fotografia em todo mundo. Por isso hoje a revelação C-41 é barata em relação aos outros processos, muitas vezes realizados de forma manual. A figura 1 apresenta um exemplo deste tipo de processo.

Figura 1: Exemplo de filme colorido negativo processado em C-41

REVELAÇÃO E-6

Trata-se de um processo para filmes literalmente positivos, ou seja, assim que você pega a foto revelada, se colocá-la em um lugar iluminado já vê a imagem exatamente como ela deve ser. É a foto pronta para ser impressa ou projetada, ao contrário dos negativos coloridos, que precisam ter suas cores invertidas para mostrar o resultado final. Os cromos são perfeitos para se usar em projeções, na verdade sendo feitos primordialmente para esse fim.
Essas películas possuem altíssimo contraste, reproduzindo melhor as cores, mantendo ainda uma granularidade muitíssimo boa. Foram largamente utilizados nas principais áreas profissionais da fotografia, catálogos de imagens, publicações HD, grandes ampliações e exposições, além de demais trabalhos que exigissem uma expressividade muito boa das cores. Entretanto, os cromos possuem baixa latitude tornando imperdoáveis erros de exposição. É fácil perder fotos por sub ou superexposição.

Atualmente a revelação E6 é cara porque não é feita em processo automatizado (apesar de existir automação também). A maioria dos lugares, devido à baixa demanda,revela esses filmes de forma artesanal, aumentando o tempo e levando à baixa produção. Um exemplo de fotografia revelada por esse processo é apresentada na figura 2.

Figura 2: Exemplo de fotografia em positivo revelado em processo E-6

REVELAÇÃO P&B

A revelação preto-e-branco é a mais antiga utilizada hoje em dia. Ela processa filmes monocromáticos negativos. Por ser um trabalho inteiramente manual, está hoje em dia bastante restrito e é utilizado principalmente por fotógrafos artistas, que não precisam de trabalhos em grande escala de produção.

O processamento de filmes em branco e preto exige quatro etapas:

1) Revelação;
2) Banho interruptor;
3) Fixação;
4) Lavagem.

Através do revelador (1), a imagem latente no filme é transformada em uma imagem visível, formada por prata negra. A revelação é controlada tanto pelo tempo que fica em contato com o banho revelador, como também pela agitação do tanque e pela temperatura do químico. O filme é substituído por um agente de revelação que, na verdade, é um agente redutor. Dada a oportunidade, o agente redutor vai converter todos os íons de prata em metal de prata. Os grãos com imagens latentes vão se tornar prata pura. Já os grãos não expostos vão permanecer como cristais de haleto de prata.

O interruptor (2) detém a ação do revelador, a partir de uma solução ácida que tem a propriedade de neutralizar imediatamente a ação do revelador alcalino e o fixador (3) torna invisíveis os cristais de prata que não foram expostos e não foram revelados. A lavagem (4) retira todos os químicos das etapas anteriores resultando apenas na superfície polimérica com a imagem de prata fixada.

Formulário das etapas

Revelador Kodak D-76:

Para aproximadamente 1L de revelador,

Metol $(C_7H_{10}NO)_2SO_4$ 2g

Sulfito de Sódio Na_2SO_3 ..... 100g

Hidroquinona $C_6H_4(OH)_2$ 5g

Bórax $(Na_2B_4O_7{\cdot}10H_2O)$..... 2g

Água 1L

Tempo de revelação: de 8 a 12 minutos a 18 graus Celsius, conforme a especificação do fabricante.

Interruptor
Para aproximadamente 1L de interruptor,
Ácido Acético Glacial CH_3 COOH 20g
Água 1L

Tempo: em torno de 2 minutos.

Fixador
Para aproximadamente 1L de fixador,
Hipossulfito de Sódio $Na_2S_2O_3$ 250g
Água 1L

Tempo: em torno de 10 minutos.

Lavagem
Em água corrente, em média de 10 minutos.

A figura 3 apresenta um exmplo de fotografia em negativo obtida através do processo de revelação preto e branco normalmente utilizado.

Figura 3: Fotografia em negativo revelado no processo preto e branco

Revelação

O revelador nada mais é que um redutor e um ativador na reação que acontece com os cristais de prata. Este redutor acontece com os componentes Metol (redutor suavizante) e a Hidroquinona (redutor contrastante) e são responsáveis pela redução do brometo de prata contido na emulsão fotográfica em prata metálica. O ativador por sua vez acontece com o Bórax e é responsável pela intensificação da ação do redutor e preservação da atividade química sobre o filme durante o processo.

Experimental Alternativo

O processo alternativo Caffenol

O processo tipo Caffenol é utilizado para filmes fotográficos monocromáticos, que originalmente seriam revelados no processo preto e branco. É uma nova proposta de revelador de grão fino e baixo contraste. Não se trata de um revelador comercial, o químico é feito em casa com elementos encontrados em produtos do dia-a-dia. É um ótimo modo de experimentação fotográfica no meio artístico. Todo o processo é muito parecido com o processamento do tipo preto e branco: é todo manual, resulta em uma imagem monocromática e negativa. O café torna o negativo com uma coloração um pouco marrom, devido aos seus corantes naturais que não saem mesmo após a lavagem.
Ele tem grandes vantagens em relação ao revelador usado normalmente (no caso o Kodak D-76), desde econômicos e de praticidade. Enquanto o preço de um revelador industrializado e comercializado pela Kodak, o D-76, custa em torno de R$35,00 para fazer 1L, o revelador à base de café tem um preço incrivelmente menor. Falando em praticidade, o revelador pode ser feito com produtos encontrados em qualquer mercado. Já os químicos da Kodak só são vendidos em lojas especializadas em fotografia de filme e laboratorial.
O processamento se dá da mesma forma que a revelação em preto e branco normalmente utilizado: revelação, interruptor, fixação e lavagem.

Formulário das etapas

Revelador
Para aproximadamente 1L de revelador,
Café instantâneo solúvel ..... 16 colheres de chá
Sabão para máquinas lava-louça (com Carbonato de Sódio) . 8 colheres de chá
Água .....1 litro

Interruptor
Solução de vinagre de vinho em água a 10%

Fixação
Solução de sal de cozinha em água a 30%

Revelador

A revelação também ocorre por um redutor e um ativador. Nesse caso, quem vai ser o redutor é a cafeína, encontrada no café solúvel. Já o ativador é o carbonato de sódio encontrado no sabão para máquinas lava-louça.

Processamento

Para o revelador, mistura-se cuidadosamente os dois componentes na quantidade necessária em água, para não criar bolhas e dissolver completamente os sólidos. Checar a temperatura – ela deve estar entre 18 e 20 graus Celcius. O interruptor e fixador podem estar com uma diferença de no máximo 3 graus Celcius para uma revelação normal.
Coloca-se o filme no carretel e após num tanque de revelação.

Despeja-se o revelador feito no tanque e agite em forma circular durante o primeiro minuto. Após esse primeiro minuto, revele por mais 24 minutos agitando durante 5 segundos a cada 30 segundos. Descarte o líquido e adicione o interruptor feito de vinagre, deixando em contato por 2 minutos, agitando durante 5 segundos a cada 30 segundos. Descarte o interruptor e adicione o fixador feito pela solução de sal. Deixe fixando por 10 minutos, agitando durante 5 segundos a cada minuto. Descarte o fixador, tire o filme do tanque e lave em água corrente por mais 10 minutos. Por último, pendure o filme para secar num local limpo e sem poeira.

A figura 4 (a, b e c) apresenta o resultado de fotografias reveladas utilizando-se o processo alternativo –Caffenol, onde pode-se notar que a qualidade da revelação manté-se muito próxima àquela obtida com o processo de revelação convencional para filmes preto e branco.

a)

b)

c)

Figura: Fotos reveladas através da utilização do processo alterantivo-Caffenol

CONCLUSÃO

Um século e meio de pesquisa em tecnologia para revelação fotográfica nos tem dado diversas opções de materiais para se trabalhar. A facilidade e a rapidez de processar e reproduzir a fotografia preto e branco em alta qualidade é incrível. Químicos reveladores de diferentes tipos são oferecidos por muitas marcas, mas podemos trabalhar sem nenhum destes produtos industrializados.

Há diversos materiais do dia-a-dia que podem ser trazidos para a utilização de processamento alternativo em laboratório fotográfico, tendo como resultado fotografias com inesperada alta qualidade. É fato que se pode fazer revelações caseiras com materiais comprados em mercados, mas também não se pode comparar à qualidade de um revelador Kodak, por exemplo. Mas a

experimentação de um processo alternativo é muito interessante pela diferenciação do trabalho criativo e artístico comum.
A revelação caseira Caffenol não é comercial, é um revelador feito em casa com produtos do dia-a-dia, de custo baixíssimo, mas com um ótimo grão fino, podendo fazer ampliações grandes sem deixá-lo visível, garante bons meios-tons e imagens com grande nitidez.
A qualidade deste processo se compara a alguns químicos reveladores de marcas renomadas do mercado atual.

Referências

LANGFORD, Michael. The darkroom handbook. 1st ed. 1981.

VIEBIG, Reinhard. Formulário fotográfico. 7ª ed. São Paulo: Íris, 1985.

WOODWORTH, Charles. How photographic film works. Disponível em: www.howstuffworks.com/film.htm . Acessado em 6 de julho de 2010.

05 workshop DESIGN&MATERIAIS

DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS GRÁFICOS VIRTUAIS PARA PESQUISA EM MATERIAIS E PROCESSOS VOLTADA A ÁREA DO DESIGN

Tatiana Louise Avila de Campos Rocha
Grazielle Bruscatto Portella
Patrick Rigon

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

RESUMO

O presente artigo aborda a metodologia e os resultados obtidos no desenvolvimento de um banco de dados virtual interativo que pretende facilitar a visualização e pesquisa, categorização e busca de materiais existentes dentro da área de design, relacionando-os segundo o tipo de material, propriedade ou processo de fabricação.

Palavras-chave: visualização, materiai, processos e propriedades, banco de dados,

ABSTRACT

This article approaches the methodology and results obtained in the development of a virtual, interactive data-base which aims to facilitate the visualization, research, and cate- gorization of existing materials within the area of design, listing them according to their nature, proprieties or manufacturing process.

***Key Words**: visualization, materials, process and properties, data-base*

INTRODUÇÃO

A busca e seleção de materiais é uma das principais, e mais complicadas, tarefas a serem realizadas durante as etapas de desenvolvimento de um projeto de design. A gama de possibilidades de escolha se torna praticamente infinita dependendo da criação a ser feita, e o meio pelo qual o profissional busca o conhecimento nesta área é muito amplo e segmentado, sem que o desenhador tenha tempo de relacionar os materiais para uma melhor análise de alternativas.

Além disso, o designer, durante os seus primeiros anos na área profissional, muitas vezes desconhece as características comuns a dois materiais de tipos diferentes, e acaba selecionando o material que menos lhe parece estranho, sem saber que o outro material pode lhe possibilitar uma melhor resistência, acabamento, e até mesmo processamento na fase de produção.

Isto ocorre, basicamente, pois o designer, normalmente acaba possuindo uma variedade restrita de materiais que conhece em profundidade e os aplica na

maioria dos seus pro- jetos, e cada vez descobre algo novo nestes materiais, sem explorar outros materiais, e outras tecnologias. Ou, ao contrário, o designer quer experimentar todos os tipos de ma- teriais existentes no mercado, e os aplica desconhecendo algumas características básicas, por falta de tempo ou referências simples para pesquisa.

Livros teóricos são, em muitos casos, repletos de informações sobre muitos materias, mas descritos de uma maneira linear. A internet possibilita um acesso rápido à informação, bastante concisa, porém pode ser inverossímil, dependendo do meio de busca. Tabelas de materiais podem ser muito bem aplicadas, mas normalmente não permitem uma interação e se tornam complicadas se o profissional deseja relacionar mais de uma característica entre diferentes tipos de material.

Este projeto pretende estabelecer uma maneira de navegar por entre os materiais existentes na área de design, envolvendo artes e arquitetura, e pesquisar características comuns entre diferentes tipos aparentemente sem nenhum vínculo, de maneira interativa e pedagógica.

A inovação deste projeto será a possibilidade de quem pesquisa de visualizar mais facilmente a classificação dos materiais, a procura por uma categoria ou característica, a relação entre materiais de diferentes tipos por categoriais ou especificações comuns, e a seleção de um material para conseguir uma descrição mais detalhada e com fotografia.

O objetivo inicial e principal do projeto é facilitar a pesquisa e seleção de materias e processos no desenvolvimento de projetos de design, acessível virtualmente, de forma simples, lógica, intuitiva e esteticamente agradável.

Além disso, por se tratar de uma área voltada tanto para o Design de Produto quanto para o Design Visual, foi importante refletir sobre a possibilidade de criar um projeto criativo e que envolvesse aspectos gráficos que estamos estudando, além de explorar novos meios de permitir o acesso à informação.

O projeto visa ser utilizado por designers que estão inseridos na área profissional, mas também por professores e estudantes de design, artes ou arquitetura, possibilitando consultas interativas, auxiliando didáticas de ensino e pesquisa.

Durante os próximos pontos serão aprofundados aspectos da metodologia aplicada para o desenvolvimento do banco de dados, partindo da identificação da necessidade do usuário por tal produto, a coleta de materiais para a sua construção, a busca de referências visuais, a escolha de uma ferramenta de desenvolvimento e o processo de construção do aplicativo.

Após isso, se descrevem os resultados obtidos e o que foi concluído.

METODOLOGIA

1. Identificação da necessidade do desenvolvimento do banco de dados

A Visualização da Informação ajuda a comparar, perceber padrões e características comuns entre objetos de estudo diferentes, bem como

experimentar configurações de dados através de diagramas dinâmicos, mostradores e gráficos.

No caso dos materiais didáticos existentes na área do design, não existe um meio de pesquisa que facilite a busca por meio de características comuns entre distintas classes de materiais.

Também é importante salientar que como a disciplina tem foco em design visual consideramos de absoluta importância levar em conta questões como usabilidade, fácil compreensão de funcionamento, fácil manutenção, atualização e disponibilização, estética agradável e dinâmica visual.

A partir da discussão entre os integrantes do grupo, foram definidos atributos que deveriam conter no aplicativo final:

a) interação entre o usuário e o aplicativo, possibilitando a navegação por entre os materiais, mudar a posição de cada material na tela, descobrir conexões entre propriedades de diferentes tipos de materiais de uma maneira mais entretida, simples e fácil

b) interface esteticamente e funcionalmente planejada

c) conexão entre os materiais a través das categorias tipo de material, processo e propriedade

d) possibilidade de inserção de conteúdo textual e visual para explicitar cada material mais detalhadamente

2. Coleta dos material necessário para a construção do banco de dados

O conteúdo pesquisado para a elaboração do banco de dados tem fontes em livros didáticos, e, devido a sua complexidade, foi segmentado entre as classes de materiais, selecionando informações relevantes de cada material estudado através da realização de trabalhos de pesquisa bibliográfica.

3. Busca de referências visuais

A escolha de layout e interface teve inspiração no projeto de interface interativa chamado Sync/ Lost, desenvolvido pela 3bits onde, através de um gráfico, os usuários podem conhecer parte da história da música eletrônica. A interface possui cinco principais estilos: House, Techno, Ambient, Breakbeat e Hip Hop e todos os ritmos resultantes com as influências que cada um teve para se originar. Com controles de Wii e fones de ouvido individuais os usuários podem escolher o ritmo e ouvir uma música representativa dele.

Visamos a elaboração de uma interface semelhante substituindo estilos musicais por classes de materiais: Metais, Naturais, Polímeros e Cerâmicos. Mantendo descrições das características respectivas de cada material, suas aplicações e processos, mantendo conexões entre os itens

conforme interação do usuário. Sendo, todo o infográfico, estruturado de forma a possibilitar uma inovadora visão global na relação entre materiais, diferentemente dos atuais materiais de pesquisa disponíveis onde estuda-se

separadamente cada material.

4. Escolha da ferramenta para o desenvolvimento do banco de dados (software)

Para desenvolver o banco de dados que possuísse os atributos que desejávamos para facilitar a busca do usuário por materiais, anteriormente citados (ver 1. Identificação da necessidade do desenvolvimento do banco de dados), foi necessária a busca por um software que possibilitasse que todas essas características fossem reproduzíveis.

Foram buscados diversos softwares que possuíam pontos fortes e fracos para o desenvolvi- mento do projeto, dentre os quais foram selecionados três possíveis de serem utilizados: Adobe Flash CS4, Processing e Personal Brain.

A seguir, são descritos cada um deles e escolhido um para o desenvolvimento do banco de da- dos, justificando a opção feita.

a) Adobe Flash CS3

O Flash é um software primariamente de gráfico vetorial, apesar de suportar imagens bitmap e vídeos, utilizado geralmente para a criação de animações interativas que funcionam embutidas num navegador web. Os arquivos feitos em Flash são comumente utilizados para propaganda animada (banners) em páginas web, mas não limitando-se a apenas isso, pois existem diversos jogos, sites e apresentações dos mais variados tipos utilizando a tecnologia.

Em versões recentes (a partir da 5), a Macromedia expandiu a utilização do Flash para além de simples animações, mas também para uma ferramenta de desenvolvimento de aplicações completas. Isso graças aos avanços na linguagem ActionScript, que é a linguagem de programação utilizada em aplicações de arquivos flashes. A terceira versão desta linguagem acaba de ser lançada, tornando mais fácil e rápido criar aplicações para web, além de contar com recursos bem mais poderosos.

Uma das principais vantagens do Flash é que ele proporciona maior interação entre o usuário e o computador por meio de interfaces ricas visualmente.

A sua desvantagem, no caso de banco de dados com muita informação, como o caso da aplicação que se deseja fazer neste projeto, é que o tempo de carregamento pode ser demorado.

b) Processing

O Processing é uma nova ferramenta desenvolvida para que designers e artistas aprendam e experimentem formas computacionais num contexto visual. Uma linguagem simplificada mas

poderosa, construída sobre Java, permite ao usuário que rascunha processos de software, enquanto a sua interface simples esconde as complexidades de escrever e compilar código.

A vantagem do Processing sobre uma ferramenta tradicional de diagramação é que ela é uma ferramenta *opensource* que permite ao designer todo o poder e controle da programação de computadores utilizando uma linguagem mais fácil e simples que as linguagens de programação tradicionais, se tornando uma ferramenta esteticamente muito superior a outros softwares.

A complexidade do código e do resultado depende do conhecimento do usuário, e do tempo que passa programando, o que pode resultar em uma desvantagem, pois pode ser demorado e complicado.

c) PersonalBrain

O PersonalBrain é um programa que constrói mapas mentais para organizar melhor o pensamento, sites, contatos, documentos, e-mails e arquivos em um lugar, de modo que o usuário encontre o que procura facilmente e poupando tempo.

Os mapas conceituais apareceram na década de 70 como ferramenta para representar o conhecimento. Como acontece na internet, os elementos se interligam entre eles e criam uma rede abrangente que ajuda a organizar e localizar idéias e conceitos.

As vantagens do PersonalBrain é muito fácil. Escolhe-se um ponto de partida e se cria um novo “Brain” (cérebro). A partir desse conceito, que pode ser apenas uma palavra ou uma idéia mais elaborada, outros pensamentos são adicionados e relacionados. Ele permite de estabelecer as ligações entre os conceitos como o usuário desejar. Os mapas do PersonalBrain são interativos e multimídia. Também é possível a inserção de imagens, páginas web e outro tipo de documentos.

A única desvantagem do PersonalBrain é que ele apenas permite exportar os mapas em formato HTML e não está disponível em português.

d) CMAP

O CMap é um programa utilizado para elaboração de mapas conceituais desenvolvido pelo Institute for Human Machine Cognition da University of West Florida. Permite ao usuário construir, navegar e compartilhar modelos de conhecimento representados por mapas conceituais.

Através de uma arquitetura flexível, a ferramenta permite ao usuário instalar somente as funcionalidades necessárias, adicionando mais módulos conforme a necessidade do projeto. É desenvolvido utilizando tecnologia Java, permitindo com isso ser executado em diversas plataformas. Essa ferramenta, além de apresentar uma estratégia cognitiva para representação do conhecimento através de mapas conceituais nos apresenta recursos para formatação dos mapas, ou seja, adicionar recursos aos mapas como: sons, imagens, vídeos, textos e até mesmo outros sub-mapas para detalhar melhor certos conceitos. O CMap Tools é uma ferramenta distribuída gratuitamente pelo IHMC.

Num primeiro momento, foi escolhido o software Processing para gerar o banco de dados interativo, principalmente, pelos seus atributos estéticos e riqueza em armazenamento de dados. Porém, ao se tratar de um software de programação manual do qual ainda não se possuía conhecimento suficiente, e do complexo banco de dados que foi gerado durante este projeto, seria uma quantidade significativamente grande de materiais para serem programados individualmente, o que se tornaria inviável pelos prazos definidos.

O grupo de trabalho permaneceu durante três semanas seguidas aprendendo os comandos de programação do software graças a livros de pesquisadores. Durante este tempo, se manteve contato com o estúdio 3bits de São Paulo, que explicaram que, para realizar um projeto de tal complexidade como o que eles criaram o Sync/Lost, foi necessária uma equipe de três designers e um programador, dois dos quais possuíam mais de um ano de experiência no software Processing, e cinco meses no desenvolvimento do projeto interativo. Com isso, concluímos que seria improvável que o nosso banco de dados se tornasse viável num prazo tão curto de tempo e com a pouca experiência obtida.

Acabou-se optando pelo software PersonalBrain, cuja usabilidade funcional e simples, facilitou a categorização detalhada de cada software de maneira a que cada dado ficasse armazenado, e sem dificuldades, atribuído a outro material, sem ser necessária a programação.

5. Desenvolvimento e resultado do banco de dados

O processo de desenvolvimento do banco de dados, utilizando o software PersonalBrain, ocorreu seguindo a ordem da lista de materiais criada, indo da classificação mais geral à mais particular.

Primeiramente, se criou uma classe geral chamada Materiais. Em seguida, as quatro classes de materiais foram geradas, e unidas como filhas de Materiais. Então, Madeira, Cerâmicos, Polímeros e Metais, nesta ordem.

A partir disso, se tomou como base a Madeira para criar o que seria o esquema geral do aplicativo gráfico. Foram numerados cada tipo de Madeira, todos em quadros delimitadores separados, e dentro de cada um, foram inseridas tags, ou categorias, que funcionariam como informação específica para cada tipo, e que seriam a chave que relacionaria todos os materiais. As categorias foram descritas com palavras claras e sucintas, como resistência baixa, amarelo claro, grã reversa, no caso de propriedades, e corte ou lixação, no caso de processos. Estas tags, graças ao sistema de programação do Personal Brain, ficam armazenadas na memória do banco de dados, sendo possível que, ao se categorizar outro material, todas as tags estejam disponíveis para a seleção, evitando a digitação repetida desnecessária da informação, ou re-trabalho.

Em cada material, além de serem atribuídas as categorias que permitiriam a ligação entre dois tipos de materiais diferentes, foi possível descrever detalhadamente as características específicas de cada um, incluindo a inserção de uma fotografia ou imagem que ilustrasse o material, facilitando ao usuário na hora de visualizar a textura ou a cor. Este tipo de informação detalhada apenas

é vista quando o pesquisador seleciona o material, aparecendo em um quadro à parte do infográfico.

Após serem descritos e classificados todos os materiais, partiu-se para a melhoria da interface gráfica, com alterações no tamanho e tipo de fonte tipográfica, cores dos quadros e textos, além da alteração do fundo e modo de movimentar os quadros e uní-los por linhas.

O modo de utilizar o aplicativo por parte de quem deseja pesquisar, então, poderá ser feito de três modos:

a) selecionando o material específico, de dentro de um tipo de material que o usuário já conhece mas que deseja aprofundar o conhecimento, ou visualizar uma imagem.

b) digitando, no campo de busca disponível no aplicativo, uma tag ou categoria, relacionada com propriedade ou processo, e o banco de dados mostrará os materiais que possuem os atributos que o pesquisador procurava.

c) selecionar um material, e conectá-lo com outro material distinto, e o banco de dados mostrará as tags que os relacionam, sendo as características que dois ou mais materiais, possuem em comum.

CONCLUSÃO

Este projeto colaborou para o conhecimento mais específico, por parte dos integrantes do grupo, dos materiais em profundidade, e também das ferramentas utilizadas para o seu desenvolvimento.

O produto final resultou satisfatório, em relação ao tempo que foi dado para a sua concepção, já que foi encontrada a ferramenta certa e aplicável de uma maneira muito simples e clara.

Pretende-se, no futuro, melhorar a interface gráfica, utilizando o software Processing ou Flash, específicos para este tipo de situação. O software PersonalBrain, porém, permitirá ser completado por colaboração de terceiros, de maneira muito fácil e intuitiva.

A idéia, por tanto, será que o projeto siga adiante, adicionando novos materiais, processos e propriedades aos materiais, novas conexões entre eles. Além disso, é importante que, no futuro, seja disponibilizado a versão em inglês do banco de dados, para que todos tenham acesso mundialmente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

LIMA, Marco Antonio Magalhães. Introdução aos materiais e processos para designers. Editora Ciência Moderna.

CRAVER, C.; CARRAHER, C.. Applied Polymer Science: 21st Century. 2007, Department of Chemistry and Biochemistry, Florida Atlantic University, Estados Unidos

05 workshop DESIGN&MATERIAIS

INTERAÇÃO ENTRE LASER E MATERIAIS NATURAIS: EXEMPLOS EM ÁGATA

Lauren da Cunha Duarte
Mariana Kuhl
Lara Elena Sobreira Gomes
Wilson Kindlein Júnior

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Resumo

Este trabalho aborda a interação do processo de gravação a laser com ágata. Foram testadas potências abaixo da capacidade do equipamento a fim de conhecer os limites inferiores de interação do feixe de laser com o material em questão. As velocidades de gravação utilizadas também estão muito abaixo do limite máximo do equipamento, que é de 500 m/s. A observação por microscopia eletrônica de varredura possibilitou a observação em escala micrométrica e indica fusão do material na região de interação do laser com a ágata. Os desenhos a serem gravados na ágata devem ser mais bem especificados, a fim de manter a integridade das curvas sem perder a nitidez.

Palavras-chave: ágata; laser CO_2; joalheria.

Abstract

This paper approaches the interaction of the laser engraving process with agate. It was tested powers below the equipment capacity to kwon the inferior limits of laser beam interaction with the material used. The engraving velocities used also are bellowed the maximum limit of the equipment, i.e. 500 m/s. The electronic microscopy the images observation allowed viewing the engravings in microscopic details. It indicates the material melt in the region of laser interaction with the agate. The engraved drawings should be more specified in order to maintain the integrity of curves without loosing neatness.

Keywords: *agate; CO_2 laser; jewelry*.

1. Introdução

A tecnologia de corte e gravação a LASER (*Light Amplified by Stimulated Emission Radiation*) é baseada na interação entre a radiação luminosa com a matéria e destaca-se pela abrangência de aplicações nas mais diversas áreas do conhecimento científico e técnico. A pesquisa entre a interação do laser com materiais naturais é foco de desenvolvimento científico no LdSM – Laboratório de Design e Seleção de Materiais, no âmbito de buscar

um melhor aproveitamento e inovação tecnológica para o beneficiamento de destes materiais.

O estado do Rio Grande do Sul destaca-se como o maior produtor de ágata de que se têm conhecimento (Juchem & Brum, 2010). As principais jazidas deste material ocorrem próximo ao município de Salto do Jacuí. Há também importantes jazidas de ametista próximas as município de Ametista do Sul, na região conhecida como Alto Uruguai. As mineralizações de ágata e ametista como geodos, que são cavidades alojadas em rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, que compreende uma seqüência com espessura máxima de 1400 m e se estende pelos estados da porção a sul do Brasil, dentre eles: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Goiás. Ainda, há ocorrência das rochas desta formação no Uruguai, Argentina e Paraguai.

O estado do rio Grande do Sul destaca-se também como um dos mais importantes centros de comércio de gemas e materiais gemológicos. A sede deste comércio está concentrada em Soledade. Neste município estão localizadas as principais indústrias de beneficiamento e comércio. O material disponível é advindo do Rio Grande do Sul, mas uma grande diversidade de materiais gemológicos de outros estados do Brasil e também do interior estão disponíveis. Dentre os mercados consumidores destes bens minerais, destaca-se a China, pelo volume de exportações.

Apesar da valorização dos materiais gemológicos do Rio Grande do Sul, pelo comércio externo, principalmente o asiático, como descrito, as indústrias desta região utilizam de maneira pouco diversificada esta matéria-prima. Os geodos de ametista são normalmente comercializados com muito pouco beneficiamento, sendo a finalidade ornamental, somente. Destes geodos de ametista, apenas uma pequena porcentagem é apropriada para lapidação de gemas, uma vez que o tamanho dos cristais é diminuto. Quanto ao beneficiamento dado à ágata, a maioria dos geodos destina-se ao corte em chapas, com espessuras entre 2 e 5 mm, que são posteriormente levadas à processos de tingimento. Neste processo, a cor natural, que normalmente é de branca a acinzentada, passa a verde, azul, cor-de-rosa, preto, marrom, roxo, dentre outras. As chapas tingidas destinam-se à produção de ornamentos de decoração, como móbiles, porta-copo, etc. A partir desta chapas, também se podem obter gemas com lapidação do tipo cabochão, as quais foram selecionadas para este estudo.

Nos países compradores é feito o beneficiamento da matéria-prima e destacam-se neste setor a Índia, a Itália e a Alemanha (Schumann, 2006), além da China. O que se percebe é que é notável, apesar da abundância de material, que a maioria dos objetos aqui no Rio Grande do Sul produzido e comercializado venha a apresentar baixo grau de inovação no que diz respeito à tecnologia empregada. Os produtos oferecidos no mercado são muito semelhantes entre si, tendo em comum a falta de diferencial e de utilização de processos que envolvam tecnologias inovadoras (Barp, 2009).

No que tange às novas tecnologias empregadas ao setor de beneficiamento de materiais gemológicos, esta pesquisa busca aplicar o laser para agregar valor ao material, criar um diferencial ou mesmo personalizar peças de joalheria. Esta pesquisa busca também caracterizar a interação entre o material (ágata) e o feixe a laser e identificar os melhores parâmetros de

potência e velocidade para gravação e para corte. O objetivo deste projeto de pesquisa é aprimorar a técnica para a utilização em grande escala, e assim incrementar o beneficiamento feito pelo centro de comércio e beneficiamento de gemas de Soledade, buscando aplicar os processos tecnológicos e de fabricação para agregar valor aos materiais naturais.

2. Materiais e métodos

A pesquisa desenvolve-se nas dependências do LdSM - Laboratório de Design e Seleção de Materiais, que localiza-se na Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

2.1 – Métodos

Equipamento Corte a Laser

O equipamento utilizado para os ensaios de interação entre o laser e a ágata é a Mira, máquina de corte e gravação a laser com fonte de laser de CO2, da empresa Automatisa Sistemas®. A movimentação do feixe laser funciona com sistema galvanométrico e a área de trabalho é de 10 cm x 10 cm (100cm^2). A limitação da área é devida ao tipo de lente acoplado ao equipamento, podendo ser também ampliada ou diminuída. A potência máxima do laser é de 60W e a velocidade máxima de corte é de 500 m/s. O laser - *Light Amplified by Stimulated Emission Radiation*, é caracterizado basicamente como um processo tecnológico rápido e eficaz, com alto grau de detalhamento nas peças a serem cortadas ou gravadas. Seu processo se obtem através de milhões de pontos que unidos reproduzem a forma do objeto. Para o sistema de corte ou gravação, o laser vaporiza o material no local delimitado, removendo o restante do produto sem interferir no detalhamento da peça.

Microscopia Eletrênica de Varredura - MEV

O material submetido à ação do laser foi observado por microscopia eletrônica de varredura (MEV). O microscópio eletrônico de varredura utilizado fica no CME – Centro de Microscopia Eletrônica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O intuito das análises é de verificar o que a ação do laser gera no material. Para isto as imagens eletrônicas obtidas foram do tipo elétrons secundários (SE – *secondary electron*) que são mais específicas para avaliação morfológica do objeto de estudo. A aceleração do feixe de elétrons utilizada para imageamento foi de 15 KeV.

***Softwares* de desenho, de corte e gravação**

O processo de criação dos desenhos para a aplicação do laser foi desenvolvido com o objetivo de testar diferentes graus de detalhamento em peças de tamanhos diminutos, entre 1,5 e 3,0 mm de dimensões. Primeiramente foi selecionado um determinado desenho, trabalhado em *software draw* e exportado em uma extensão compatível com a utilizada pela máquina a laser, que pode ser .plt para ser trabalhado por vetores, ou .jpg para ser trabalhado como imagem. Na máquina de corte a laser é utilizado o software Laser Draw®, onde são determinadas as potências e velocidades de gravação e corte e também o dimensionamento do desenho. As potências do laser utilizadas foram entre 40 e 60% da potência total da máquina, que

corresponde a 24W e 36W, respectivamente. Testes preliminares indicam que as velocidades para gravação em ágata podem ser inferiores à 10m/s.

2.2 Materiais

O material utilizado são gemas de ágata, lapidadas no formato cabochão, que são comercializadas por valores monetários bem baixos, entre R$1,00 e R$5,00. A ágata é uma variedade de calcedônia, que é o nome dado a um grupo de variedades compactas de sílica compostas por pequeninos cristais de quartzo com poros submicroscópicos (Deer, et al. 1981). Este material gemológico tem dureza entre 6,5 a 7 na escala Mohs, índice de refração entre 1,530 – 1540, com composição química de óxido de silício, SiO_2, sendo transparente a opaco, com densidade entre 2,60 a 2,64 g/cm^3 (Schumann, 2006), organizada em um arranjo criptocristalino. A variedade ágata caracteriza-se por apresentar bandamento marcado por alternância de bandas com cores distintas. Segundo Schumann (2006), a ágata é uma variedade de calcedônia, caracterizada por bandas que podem estar ocasionalmente mescladas com bandas de opala, que é um material de coloração branca e amorfo. Os cabochões utilizados foram adquiridos já com o tingimento nas cores preto e azul e também livre de tingimento, na cor cinza e avermelhada. Ágata com coloração avermelhada corresponde à variedade cornalina, que é um tipo de ágata tingido por processos naturais, devido a impregnação dos poros por óxidos de Fe e Mg pela sua exposição e interação, por longos períodos de tempo, com solos ricos nestes elementos químicos. O tingimento é feito nas empresas que comercializam este material e normalmente se utiliza para se obter a cor azul, corantes inorgânicos do tipo ferrocianeto de potássio (Silva, 2006). O tingimento na cor preta é feito com mel doluído e posterior queima em temperatura moderada para não atingir o ponto de ebulição (Silva, 2006).

3. Resultados

Os ensaios foram feitos em quatro gemas. A Figura 1 mostra os resultados obtidos. Os melhores resultados obtidos foram observados para os desenhos reproduzidos nos cabochões A e D (Fig. 1). Os cabochões B e C (Fig. 1) tiveram resultados insatisfatórios, pois a riqueza de detalhes dos desenhos originais não foi reproduzida com fidelidade, ocorrendo perda de nitidez. As variações de potência e de velocidade para cada gravação estão na Tabela 1.

Figura 1 – Cabochões de ágata com marcação de gravuras por laser CO_2 para teste de potência invertida e detalhes do desenho: (A) ágata natural com lapidação do tipo cabochão em formato gota com aplicação de desenho de um passarinho formado por linhas simples e com pouco detalhamento; (B) ágata tingida de preto, com lapidação do tipo cabochão em formato gota onde foi aplicada desenho detalhado de uma formiga; (C) cornalina com lapidação do tipo cabochão em formato navete, com aplicação de gravura de um beija-flor, caracterizado por uma riqueza de detalhes; (D) ágata azul tingida, com lapidação do tipo cabochão em formato navete, com aplicação de desenho de um olho aproveitando o formato da gema.

Tabela 1: Potência e velocidade utilizadas para cada gema no processo de gravação a laser

	Potência (W)	**Velocidade (m/s)**	**Número de passadas**
Ágata lapidação cabochão: (Fig. 1A)	24	8m/s	1
Ágata lapidação cabochão: (Fig. 1B)	26	8m/s	1
Ágata lapidação cabochão: (Fig. 1C)	36	8m/s	1
Ágata lapidação cabochão: (Fig. 1D)	24	8m/s	1

A potência utilizada para gravação das gemas é inferior a 50% do potencial numérico do equipamento de corte e gravação a laser, que é de 60W. A velocidade utilizada também está aquém da velocidade limitante do equipamento, que é de 500 m/s. A velocidades tão altas não há tempo de interação suficiente entre o material e o feixe, como conseqüência a gravura fica muito fraca. Nas potências testadas, vê-se que a interação entre o laser e o material é suficiente para tornar visível a marcação. Quando observado ao MEV, vê-se que há fusão localizada do material (Figura 2).

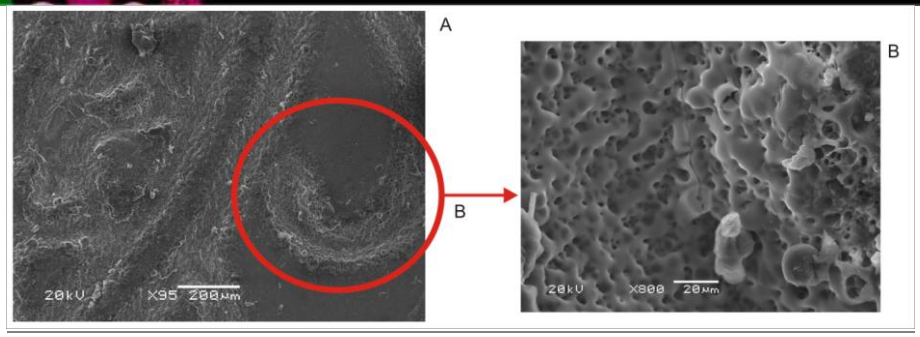


Figura 2 – Imagens SE (*secondary electron*) obtidas por microscopia eletrônica de varredura: (A) resultado da intervenção do feixe laser CO_2 com a ágata, onde se pode quantificar a região de abrangência do efeito do laser em torno de 200 µm; (B) no detalhe, quando observado sob ampliação de 800x, podem-se observar as feições de fusão localizada do material, inclusive com texturas de efervescência, marcada pela presença de bolhas.

4. Considerações finais

Este é um estudo de caráter teórico-prático, de análises de caracterização antes e após a aplicação das tecnologias que foram empregadas. A etapa de caracterização é importante, pois irá qualificar e quantificar a interação do feixe laser com o material, bem como visto nas imagens obtidas por microscopia eletrônica de varredura. Pôde-se perceber que a potência requerida para gravação no material ágata pode ser feita com aproximadamente 30W, em equipamento laser de fonte CO_2. Quanto a velocidade de gravação, pela faixa de velocidade testada (< 10m/s), há indícios de que esta possa ser ampliada, afim de agilizar o processo de gravação, e com isto ganhar em quantidade de gemas gravadas.

A fusão localizada de material indica altas temperaturas de interação entre o feixe de laser com o material, pois a temperatura de fusão para o quartzo é da ordem de 1720 °C.

A microscopia eletrônica de varredura se mostra como eficiente ferramenta de análise para este tipo de experimento, já que se trata de um método de análise não destrutivo, o que é de extrema importância para técnicas de análise de material gemológico.

Com relação às gravuras a serem desenhadas a laser no material há de se fazer um estudo mais detalhado quanto às especificações a que as mesmas devem seguir, pois preliminarmente, vê-se que desenhos com muitos detalhes perdem a definição quando passados a laser para o material. Pelas imagens eletrônicas é indicado que a região de abrangência do feixe é de aproximadamente 200 µm. Com este dado pode-se projetar gravuras que evitem a interferência entre as linhas. Não há diferença aparente entre o resultado da gravação em ágata com tingimento ou natural.

A técnica de gravação em gemas com lapidação do tipo cabochão mostra-se promissora, pois o tempo de execução é curto, da ordem de segundo (<10s) e pode ser aplicado em escala comercial, após a definição dos parâmetros de gravação e dos padrões de detalhamento das gravuras.

5. Agradecimentos

Esta pesquisa foi realizada com apoio financeiro do CNPq – Edital MCT/CNPq Nº 014/2008 – Universal denominado: Uso da Tecnologia de Corte

e Gravação a Laser, como Ferramenta de Inovação para o Design de Gemas e Jóias.

Referências

BAGNATO, Vanderlei Salvador. Laser e suas aplicações em Ciência e Tecnologia. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008.

BARP, Denise Rippel Araújo. Design e Materiais: Contribuição ao Estudo do Processo de Corte de Ágata por Jato d´Agua em Formas Complexas. 2009, 95 fls. Dissertação (Mestrado em Design), Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

DEER, William A.; HOWIE, Robert A.; ZUSSMAN, Jack. Minerais constituintes das rochas – uma introdução. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1981.

JUCHEM, P; BRUM, T. Gemologia para designers. Apostila elaborada ao Programa de Pós-graduação em Design – Laboratório de Gemologia, UFRGS, 2010.

SCHUMANN, Walter. Gemas do Mundo. Rio de Janeiro: Editora ao Livro Técnico, 2006.

SILVA, Rodrigo de Almeida. Avaliação da perda da coloração artificial de ágatas. 2006 98 fls. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais PPGEM, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

05 workshop DESIGN&MATERIAIS

Microcápsulas luminescentes: obtenção, caracterização e aplicação

Sidnei Luiz Pedrotti Júnior
Tatiana Louise Avila de Campos Rocha
Liane Roldo
Leandra Franciscato Campo
Wilson Kindlein Júnior

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Resumo

Microcápsulas, que são sistemas de dimensões micrométricas onde uma fina camada recobre um núcleo ativo de determinada substância, foram obtidas através de processo sol-gel. A utilização de corantes luminescentes, como material de núcleo, permitiu a obtenção de materiais com luminescência na região do vermelho-laranja e do verde, que tiveram sua aplicação testada em materiais têxteis, gemológicos e naturais visando o desenvolvimento de produtos inovadores e de valor agregado diferenciado.

Palavras-chave: microcápsulas; sol-gel; luminescente.

Abstract

Microcapsules are systems in the micrometric range wherein a thin layer cover a core of an active substance, and were obtained by sol-gel process in this study. The use of luminescent dyes as core material allowed to obtain materials with luminescence in the red-orange and green regions, which had their application tested in textiles, gemologic and natural materials for the development of innovative and differentiated value-added products.

Keywords: *microcapsules; sol-gel; luminescente*

1. Introdução

As microcápsulas são estruturas minúsculas que possuem um núcleo ou material ativo circundado por uma casca ou material diferente do núcleo, possuindo uma distribuição de tamanho entre 1 µm e 1000 µm. Uma de suas rotas de obtenção inclui o processo sol-gel, que envolve a evolução de cadeias inorgânicas até a obtenção de uma suspensão coloidal (sol), seguida da gelificação do sol para formação de cadeias em uma fase líquida contínua (gel).

Este processo tornou-se mais interessante a partir de 1970, pois era possível obter materiais vítreos a partir de géis inorgânicos, formados a baixas temperaturas, sem a utilização de processo de fundição a altas temperaturas e

a partir de então passou a ganhar maior notoriedade, pois permite que diferentes materiais sejam obtidos pela modificação de alguns parâmetros e também permite que diferentes produtos possam ser agregados[1,2].

Na indústria farmacêutica sua aplicabilidade tem se expandido devido ao fato de que o processo é barato, versátil e simples, além de permitir que os produtos obtidos sejam biocompatíveis, atóxicos e permitam um controle mais preciso da taxa de liberação do material ativo, sendo por isso cada vez mais utilizados na distribuição controlada de antibióticos[3], de anticoagulantes[4, 5], analgésicos[6], hipotensores[7], proteínas[8], hormônios[9, 10], anti-estrogênio[11], anti-convulsivos[12], agentes antitumorais[13] e até adenovírus[14].

Sua atuação nos ramos alimentício e de cosméticos também tem crescido, pois a sílica atua como uma barreira protetora a degradação de fragrâncias e ajuda a evitar que determinados componentes promovam uma reação que altere as características do produto final, como nos casos dos que apresentam proteção UV[15].

Na indústria têxtil a aplicação de filmes nas fibras permite que estas tenham algumas de suas características aprimoradas, facilitando sua utilização no dia-a-dia, pois permitem que sejam obtidas fibras mais resistentes ao desgaste, que possuam propriedades repelentes, que mantenham a coloração por um período maior de, que apresentem uma proteção UV melhorada, que possa apresentar características biocidas e/ou antimicrobianas e que possam ser aromatizadas[16].

A aplicação de corantes encapsulados também tem se mostrado promissora, pois permite que estas substâncias possam apresentar uma melhor estabilidade, impede que sejam carreadas facilmente durante processos de lavagem e melhorem outras características, como a fotoestabilidade e o rendimento da fluorescência, no caso dos corantes luminescentes.

Os corantes luminescentes são corantes que emitem radiações luminosas com maior intensidade do que corresponderia sua temperatura, ou seja, são corantes que emitem luz com uma intensidade superior aquela que deveria emitir. Os corantes mais utilizados se valem do fenômeno da fotoluminescência, isto é, são corantes que transformam um determinado tipo de energia em luz, com uma coloração e intensidade definidas, sendo que a coloração é definida pelo tipo de material e a intensidade depende da fonte de energia. Estes pigmentos se dividem em fluorescentes e fosforescentes, isto é, aqueles que apresentam emissão de luz enquanto houver uma fonte excitante e aqueles que apresentam emissão após a retirada da fonte excitante, respectivamente.

A aplicação deste tipo de corantes é bem diversa, indo desde a aplicação em fibras sintéticas[17-19] até detectores de explosivos[20], passando pela fabricação de OLED's[21] e possíveis aplicações na geração de novos displays[22, 23] e geração de imagens na área biomédica[23].

Estes corantes quando combinados com o processo sol-gel produzem um novo tipo de material, um híbrido orgânico-inorgânico que pode apresentar uma combinação das propriedades de seus precursores ou propriedades totalmente diversas. Algumas das características que passam a apresentar é uma estabilidade mecânica e térmica aprimoradas, quando comparados ao encapsulamento por polímeros, melhoria das propriedades ópticas (apresenta

uma boa transparência óptica na região de absorção e emissão do corante), é quimicamente inerte ao corante e ao meio circundante, degradabilidade reduzida, devido a barreira imposta pela sílica, entre outras.

Neste trabalho foi investigada a possibilidade de encapsulamento de corantes disponíveis comercialmente e que estão sendo pesquisados em universidades, a caracterização dos produtos obtidos e possibilidade de aplicação em produtos destinados a indústria da moda, dentre outras.

2. Materiais e métodos

Materiais

Tetraetil ortossilicato (TEOS, 98%, purum) adquirido da Fluka foi utilizado como precursor da casca de sílica. HCl em solução aquosa (37%, PA, Synth) foi utilizado como catalisador. Brometo de cetiltrimetilamônio (CTAB, 98% puro, VETEC) foi utilizado como emulsificante. Rodamina B (PA, Synth) e o corante desenvolvido no Laboratório de Novos Materiais Orgânicos (LNMO – IQ – UFRGS) foram utilizados como material de núcleo. Todos os reagentes foram utilizados sem nenhuma purificação adicional e como recebidos. Todos os experimentos foram conduzidos utilizando-se água deionizada.

Preparação

Foi realizado um processo de síntese, a partir da literatura[24], como segue. O emulsificante foi dissolvido em 250 mL de água. A seguir foram adicionados 34 mL de HCl aquoso. A concentração do emulsificante sempre foi mantida em 50 mM. A esta solução foi adicionada uma mistura de corante e 0,02 moles de TEOS, de forma lenta e durante 30 minutos enquanto agitada. A massa de corante foi mantida em 1% da massa de TEOS. A agitação foi alcançada pelo uso de um agitador mecânico com hélice naval a uma velocidade de 200 rpm. Após 2 horas de agitação contínua, o agitador era parado e a solução ficava envelhecendo de um dia para o outro. O sólido resultante era separado por filtração e lavado com água. As partículas obtidas eram secas a uma temperatura em torno de 30°C em dessecador tipo *dry box* por alguns dias.

Todos os experimentos foram conduzidos utilizando este procedimento experimental.

Caracterização

O tamanho e morfologia das microcápsulas de sílica foram examinados através de um microscópio eletrônico de varredura (JSM 6060, JEOL Ltd., Japão) pertencente ao Centro de Microscopia Eletrônica – CME da UFRGS. Um espectroscópio de infravermelho por transformada de Fourier, marca PerkinElmer, modelo Spectrum 100 (EUA) foi utilizado para caracterização química. A distribuição do corante foi examinada através de um microscópio confocal (FluoView 1000, Olympus, Japão) também pertencente ao CME – UFRGS.

3. Resultados e discussões

Foi possível obter microcápsulas de sílica com material de núcleo sólido, como pode ser visto na Figura 1, sendo que em (a) tem-se microcápsulas livres de corante, em (b) com aplicação do corante luminescente fornecido pelo LNMO e em (c) com a aplicação de rodamina B.

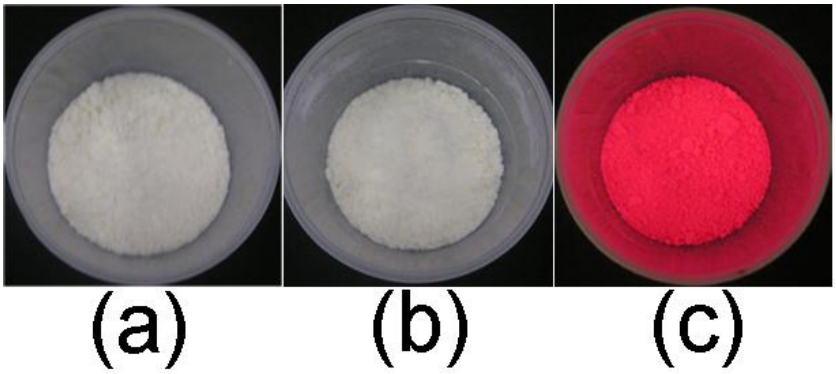


Figura 1: Microcápsulas sob luz visível - (a) livre de corante; (b) corante sob pesquisa; (c) corante comercial

Apesar de o procedimento encontrado na literatura ser utilizado para encapsulamento de material em estado líquido, a obtenção das microcápsulas foi possível, pois o tipo de material de núcleo interfere apenas na morfologia, como verificado posteriormente por microscopia eletrônica de varredura (MEV).

A Figura 2 mostra a diferença de coloração das microcápsulas sob luz UV. Em (a) tem-se as microcápsulas livres de corante, que apresentam uma coloração levemente azulada, mas sem apresentar fluorescência; em (b) observa-se o corante fornecido pelo LNMO apresenta uma coloração levemente esverdeada, com uma fluorescência não muito intensa; e em (c) as cápsulas com rodamina apresentam uma coloração alaranjada, com uma fluorescência moderada.

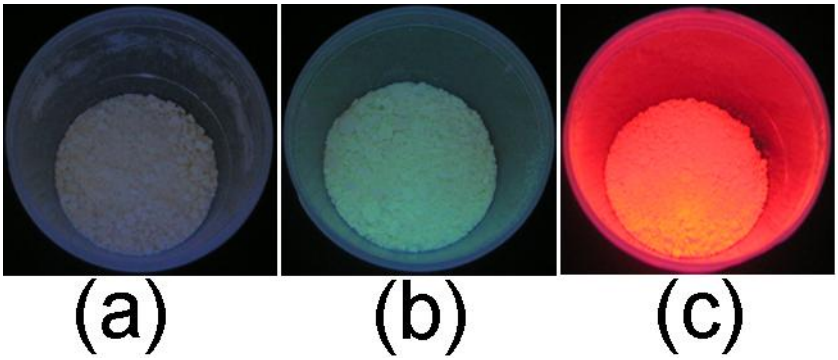


Figura 2: Microcápsulas sob luz UV - (a) livre de corante; (b) corante sob pesquisa; (c) corante comercial

A diferença de coloração apresentada é devida aos componentes do corante, uma vez que a estrutura química do corante irá lhe conferir uma coloração pré-determinada. A diferença na fluorescência deve-se a diferença do comprimento de onda em que o corante apresenta sua excitação máxima e a faixa de comprimentos de onda que são emitidos pela lâmpada UV. O

material livre de corante apresenta uma coloração levemente azulada devido à reflexão da luz visível emitida pela lâmpada UV, na região do azul. Com isso pode-se dizer que os diferentes materiais encapsulados podem ser utilizados para o desenvolvimento de produtos que requeiram colorações diferentes quando em ambientes de luz UV, tais como clubes, danceterias, bares, pontos-de-vendas (PDV), etc.

A Figura 3 apresenta a análise de morfologia e tamanho efetuada por MEV para os diferentes corantes estudados. Na figura 3 (a) e (c) pode-se verificar que as cápsulas obtidas apresentam certa uniformidade na distribuição de tamanho e o mesmo tipo morfológico, mesmo se tratando de materiais de núcleo diferentes, indicando que o processo de obtenção dessas microcápsulas pode ser aplicado a diferentes materiais. Em (b) e (d) observa-se que o tamanho das partículas está na faixa de 5 µm e 10 µm, respectivamente fato decorrente do tamanho inicial das partículas utilizadas como material de núcleo.

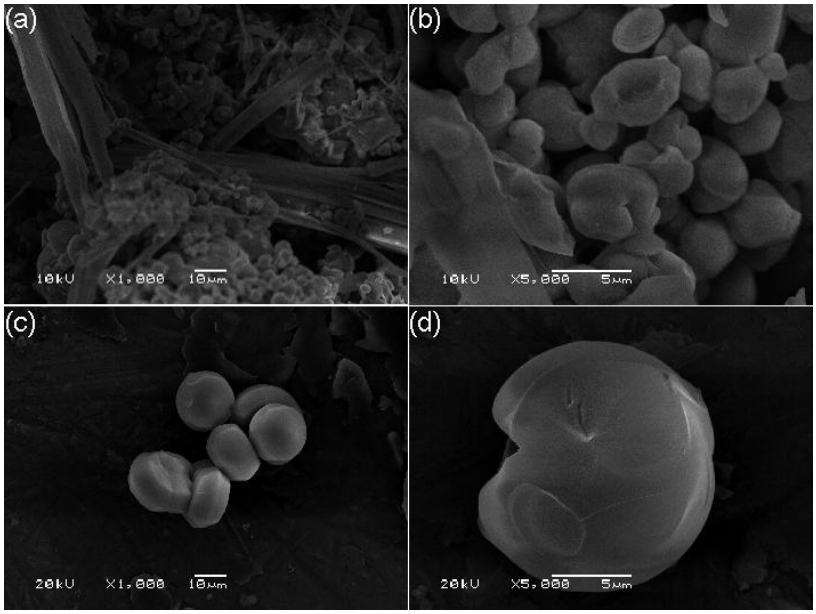


Figura 3: Micrografias - (a), (b) corante sob pesquisa; (c), (d) corante comercial

O formato conferido às cápsulas deve-se ao fato de que a baixa interação entre o surfactante e o corante acaba por não produzir um molde totalmente esférico. A diferença de tamanho observada é devida a forma como o corante consegue se organizar enquanto o molde é formado.

Nas figuras 4 e 5 observa-se que o corante está contido na estrutura da cápsula através da projeção da intensidade de fluorescência obtida por microscopia confocal, onde pode-se observar que os materiais mesmo encapsulados continuam a apresentar luminescência, permitindo a sua utilização em processos de aplicação que requeiram maior fotoestabilidade.

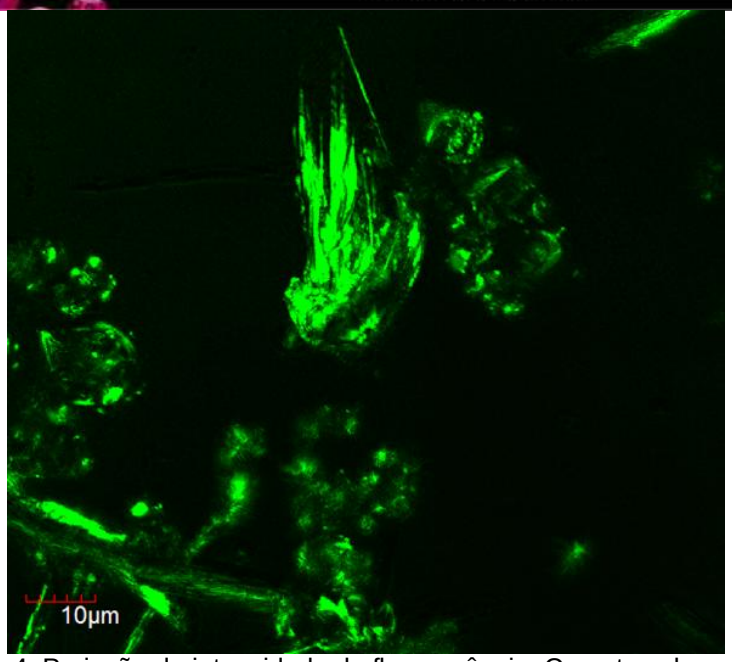


Figura 4: Projeção de intensidade de fluorescência. Corante sob pesquisa

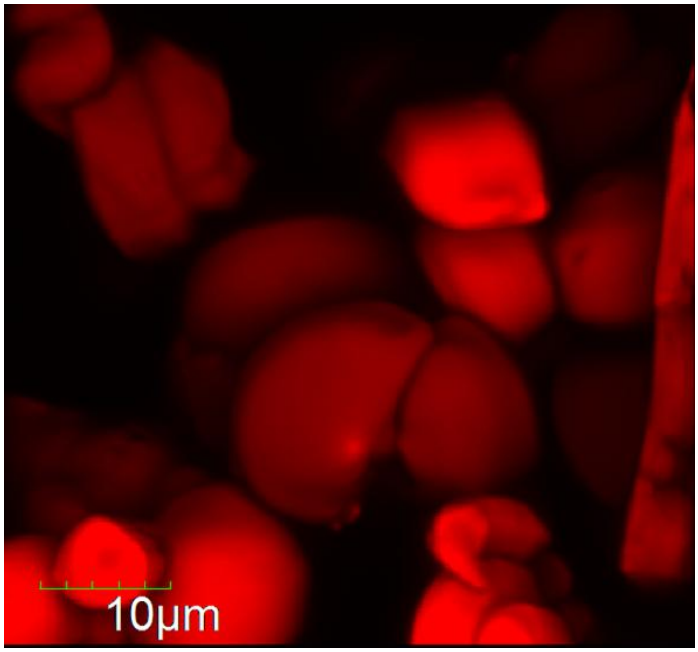


Figura 5: Projeção de intensidade de fluorescência. Corante comercial

A aplicação das microcápsulas fotoluminescentes obtidas foi testada através da impregnação de um tecido, previamente lavado para eliminação de interferentes, tais como resíduos de amaciante, sabão, etc. O método utilizado neste procedimento foi o de imersão, sendo que o tecido ficou imerso durante 24 horas em uma solução sob agitação para impedir a decantação das cápsulas e melhorar a impregnação.

As figuras 6 e 7 apresentam fotografias de amostras do tecido antes da impregnação e após impregnado, sob luz visível e quando expostos a luz UV, respectivamente.

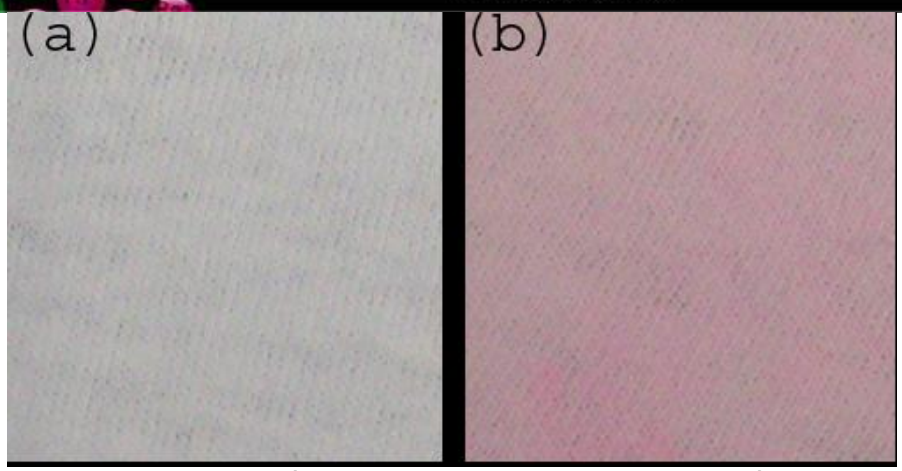


Figura 6: Tecido sob luz visível – (a) antes da impregnação, (b) após impregnação

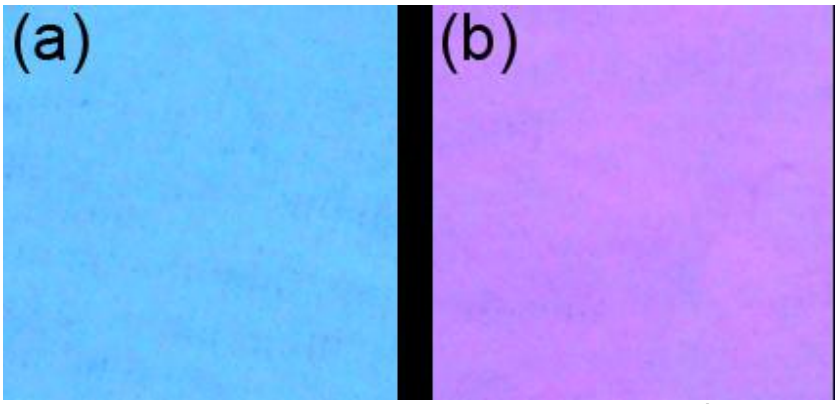


Figura 7: Tecido sob luz UV – (a) antes da impregnação, (b) após impregnação

Levando em consideração os resultados apresentados nas figuras 6 e 7, pode-se afirmar que o processo de impregnação das microcápsulas fotoluminescentes no tecido de 100% algodão foi efetivo.

A Figura 8 mostra uma micrografia obtida por microscopia óptica de luz refletida a um aumento de 50 vezes do tecido antes de ser impregnado e após impregnação, em que as cápsulas aparecem aderidas, sugerindo um possível ancoramento mecânico ou por ligações químicas débeis, entre as fibras, não apresentado uma uniformidade na sua distribuição.

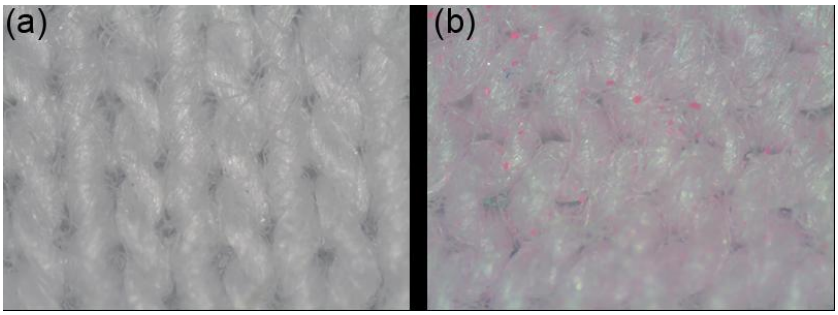


Figura 8: Micrografia de luz refletida – (a) antes da impregnação, (b) após impregnação

Mesmo levando-se em consideração os resultados apresentados na figura 8, onde notou-se uma homogeneidade pobre na distribuição das

microcápsulas, pode-se afirmar que o efeito luminescente no tecido impregnado não foi afetado de forma negativa, como pode-se perceber na figura 7(b) permitindo, desta forma, a sua utilização em materiais têxteis desta natureza.

Os corantes luminescentes também podem ser empregados no tingimento de determinados materiais gemológicos a fim de conferirem um maior apreço estético. A rodamina B é utilizada para conferir o tom róseo a ágatas e a sementes (jarina), para utilização destes materiais em joalheria, por exemplo.

As figuras 9 e 10 mostram o efeito obtido em ágata e jarina quando estes materiais são tingidos com rodamina e expostos a luz visível e luz UV.

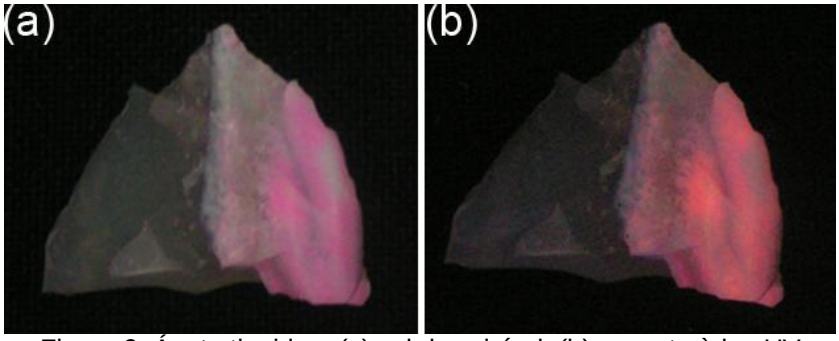


Figura 9: Ágata tingida – (a) sob luz visível, (b) exposta à luz UV

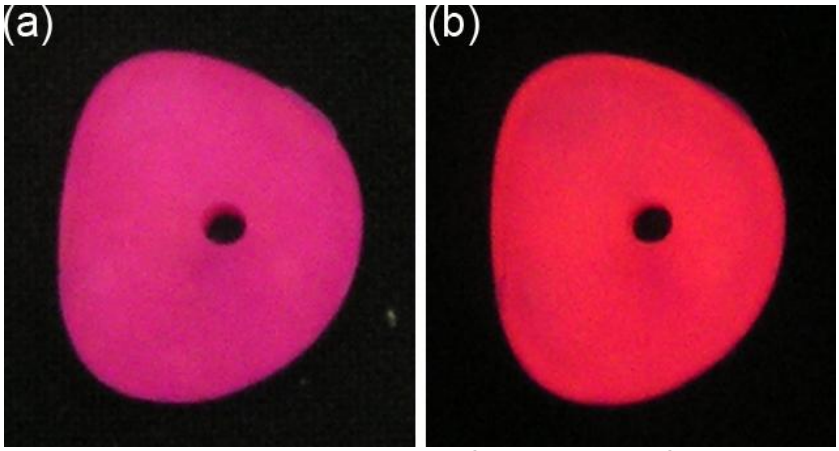


Figura 10: Jarina – (a) sob luz visível, (b) exposta à luz UV

O tingimento destes materiais utilizando o corante encapsulado encontra-se em fase inicial, ainda não sendo possível a disponibilização de dados acerca de sua eficácia. Pode-se, porém, dizer que esta é uma metodologia promissora para a utilização no desenvolvimento de produtos de valor agregado diferenciados ampliando as possibilidades de trabalho na área de design de produtos.

4. Conclusões

A obtenção de corantes encapsulados em matrizes inorgânicas é possível através do método estudado, sendo que os materiais obtidos apresentam características morfológicas que permitem sua aplicação em

ramos voltados para o desenvolvimento de produtos com design inovador e de mais alto valor agregado.

Ainda é necessário verificar alguns aspectos referentes a permanência das características conferidas pelos corantes encapsulados nos produtos acabados a fim de que possa ser possível otimizar o processo de obtenção das microcápsulas de forma que estas atinjam seu maior potencial de aplicação.

O desenvolvimento conjunto das áreas de materiais e design surge como chave para a ampliação de atuação de áreas consolidadas no que tange o desenvolvimento de produtos inovadores de maior valor agregado.

5. Agradecimentos

Ao Laboratório de Seleção e Design de Materiais – LdSM por disponibilizar o espaço e equipamentos para a realização deste estudo, ao Laboratório de Novos Materiais Orgânicos – LNMO por fornecer parte do material para este estudo, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq por ter possibilitado e financiado este estudo e ao Centro de Microscopia Eletrônica – CME da UFRGS pela disponibilização dos equipamentos para caracterização dos materiais obtidos.

6. Bibliografia

1 PAGLIARO, M. Silica-based materials for advanced chemical applications. 1ª ed. Cambridge, UK: RSC Publishing, 2009.

2 KLEIN, L. C. Sol-gel technology for thin films, fibers, performs, electronics and specialty shapes. Park Ridge, USA: Noyes Publications, 1988.

3 RADIN, S. et al. Silica sol-gel for the controlled release of antibiotics. I. Synthesis, characterization, and in vitro release. Journal of Biomedical Materials Research, 57, 313-320, 2001.

4 AHOLA, M. S. et al. In vitro release of heparin from silica xerogels. Biomaterials, 22, 2163-2170, 2001.

5 ROVERI, N. et al. Silica xerogels as a delivery system for the controlled release of different molecular weight heparins. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 381, 601-606, 2005.

6 KORTESUO, P. et al. In vitro release of dexmedetomidine from silica xerogel monoliths: effect of sol-gel synthesis parameters. International Journal of Pharmaceutics, 221, 107-114, 2001.

7 BÖTTCHER, H.; SLOWIK, P.; SÜß, W. Sol-gel carrier systems for controlled drug delivery. Journal of Sol-Gel Science and Technology, 13, 277-281, 1998.

8 SANTOS, E. M.; RADIN, S.; DUCHEYNE, P. Sol-gel derived carrier for the controlled release of proteins. Biomaterials, 20, 1695-1700, 1999.

9 SIEMINSKA, L. et al. Diffusion of steroids in porous sol-gel glass: application in slow drug delivery. Journal of Sol-Gel Science and Technology, 8, 1105-1109, 1997.

10 VIITALA, R. et al. Chemical characterization of bioresorbable sol-gel derived SiO_2 matrices prepared at protein-compatible pH. Journal of Non-Crystalline Solids, 351, 40-42, 2005.

11 AHOLA, M. et al. Silica xerogel carrier material for controlled release of toremifene citrate. International Journal of Pharmaceutics, 195, 219-227, 2000.

12 LOPEZ, T. et al. An implantable sol-gel derived titania-silica carrier system for the controled release of anticonvulsants. Materials Letters, 60, 2903-2908, 2006.

13 LOPEZ, T. et al. Synthesis of TiO_2 nanostructured reservoir with temozolomide: structural evolution of the occluded drug. Optical Materials, 29, 88-94, 2006.

14 KOSKINEN, M. K. et al. Release of recombinant adenovirus from silica sol-gel. Controlled Release Society 30th Annual Meeting Proceedings, 597, 2003.

15 VEITH, S. R.; PRATSINIS, S. E.; PERREN, M. Aroma retention in sol-gel-made silica particles. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52, 5964-5971, 2004.

16 MAHLTIG, B.; HAUFE, H.; BÖTTCHER, H. Functionalisation of textiles by inorganic sol-gel coatings. Journal of Materials Chemistry, 15 (41), 4385-4398, 2005.

17 DISTANOV, V. B. et al. An alternative approach to the production of fluorescent colored fibres. Dyes and Pigments, 48, 159-163, 2001.

18 SZUSTER, L.; KAŹMIERSKA, M.; KRÓL, I. Fluorescent dyes destines for dyeing high-visibility polyester textile products. Fibres & Textiles in Eastern Europe, 12, 70-75, 2004.

19 CHRISTIE, R. M.; MORGAN, K. M.; ISLAM, M. S. Molecular design and synthesis of N-arylsulfonated coumarin fluorescent dyes and their application to textiles. Dyes and Pigments, 76, 741-747, 2008.

20 WILSON, R. et al. Magnetic microspheres encoded with photoluminescent quantum dots for multiplexed detection. Journal of Materials Chemistry, 17, 4400-4406, 2007.

21 SUN, X. et al. Photophysical properties and electroluminescent applications of donor-acceptor-donor functionalized red electroactive fluorescent materials. Synthetic Metals, 156, 1174-1181, 2006.

22 SHU, T. et al. Tunable red-green-blue fluorescent organogels on the basis of intermolecular energy transfer. Journal of Materials Chemistry, 18, 886-893, 2008.

23 LI, X. et al. Tunable fluorescence emission and efficient energy transfer in doped organic nanoparticles. The Journal of Physical Chemistry C, 113, 3862-3868, 2009.

24 WANG, L.-Y.; TSAI, P.-S.; YANG, Y.-M. Preparation of silica microspheres encapsulating phase-change material by sol-gel method in O/W emulsion. Journal of Microencapsulation, 23, 3-14, 2006.

05 workshop DESIGN&MATERIAIS

A PROTOTIPAGEM RÁPIDA E SUA INTERFACE NO DESIGN DE PRODUTO

Thiago Rafael Ribeiro
Francisco de Alencar

Universidade Estadual Paulista – UNESP

Resumo:
A realidade da prototipagem rápida inserida na atividade projetiva, ainda é tão distante daquela vivenciada pedagogicamente na quase totalidade dos cursos de design e engenharia no Brasil, quanto aquela existente entre os meios convencionais de desenho (esquadro, compasso e caneta) e os recursos incontestáveis da computação gráfica juntamente com a manufatura assistida CAD/CAM.

O Design de Produto, por sua vez, foi profundamente influenciado pela revolução tecnológica dos últimos anos, quando surgiram novas tecnologias e novos processos produtivos, e junto a eles, novas metodologias de Design adaptadas a esse novo contexto. Além disso, pelo desenvolvimento de produtos industriais estar inserido em um universo tecnológico complexo e competitivo, onde a qualidade e a eficiência são requisitos primordiais, há um apelo para que designers utilizem essas tecnologias e linguagens computacionais a fim de minimizar os riscos envolvidos no processo. (ALCOFORADO, 2008)

Nesse contexto, novas tecnologias como a Prototipagem Rápida (RP do termo em inglês *Rapid Prototype*), surgem como elementos relevantes a serem considerados tanto no trabalho de designers e engenheiros como no ensino.

O termo prototipagem rápida refere-se a uma classe de tecnologias onde, basicamente, um computador interpreta informação de ambiente CAD ou CAE da geometria do objeto a ser construído e converte as informações para o ambiente CAM, onde uma máquina de Prototipagem Rápida constrói fisicamente o objeto. (BARBOSA, 2009)

Esses modelos físicos visam facilitar a comunicação de informações entre os envolvidos (equipe de projeto, fornecedores e clientes), aproximar os agentes de desenvolvimento do produto (Marketing, Design, Engenharia, Manufatura), integrar conhecimentos envolvidos no processo, auxiliar nas tomadas de decisões, facilitar a condução do desenvolvimento do produto e sanar ao máximo as dúvidas no processo de desenvolvimento. (VOLPATO et al., 2007) Possíveis erros de projeto ou de fabricação podem ser previstos com uma simples análise desses modelos, e assim certificar-se da viabilidade da construção e utilização do novo produto.

No conceito *time-to-market* a integração e a rapidez no processo de desenvolvimento de produtos são expressamente relevantes na agregação de vantagem competitiva e redução nos custos de investimento (YE, et al. apud SELHORST, 2008). Por esta razão, a prototipagem rápida torna-se um elemento determinante para o sucesso do desenvolvimento de novos produtos, uma vez que esse ciclo pode ser reduzido de 50% até 80% quando essa tecnologia é empregada no projeto. (SILVA et al, 2002). Outro ponto a ser considerado é que, produtos que chegam “atrasados” no mercado, significam menor lucratividade.

A maior parte das decisões críticas de especificação e design de produto é feita nos primeiros 10% do ciclo de Design (ou fase de conceito), onde já são construídos modelos físicos que trazem para o processo de criação a possibilidade de se ter nas mãos os objetos de forma rápida. Essas decisões afetam quase 80% do custo total do produto ao determinar a seleção de material, a técnica construtiva e a longevidade do design.

Outro fato relevante, é que tem aumentado também o número de peças produzidas para pré-séries e produção de alto e baixo volume, através das técnicas de Prototipagem Rápida.

Palavras-chave: Prototipagem Rápida; Design e Protótipos; Desenvolvimento de Produtos; Processo de Fabricação

Introdução

A Prototipagem Rápida é uma tecnologia notável e poderosa que mudou os processos de design, de engenharia e de manufatura em segmentos tão distintos como aeroespacial, agricultura, construção civil, automotiva, educacional, saúde, alta tecnologia, industrial, naval e bens de consumo. A priori dedicada à demora na construção de protótipos, hoje é usada em todo o processo de design, e estendeu seu alcance de aplicação com soluções para Ferramentaria e Produção.

Permite obter peças físicas acabadas, de modo automático, de qualquer forma e dimensões finais, com complexidade e detalhes, algo que sistemas convencionais não permitiriam obter, ou tornariam sua execução excessivamente demorada e onerosa.

FIGURAS 1 e 2 Protótipos da área médica e de componentes podem ter resolução
final, representando com fidelidade peças de precisão. Fonte: Stratasys

Os modelos físicos servem para diversas finalidades, que vão desde a percepção para análises objetivas, dimensionais e funcionais, até análises mais subjetivas, formais e semióticas.

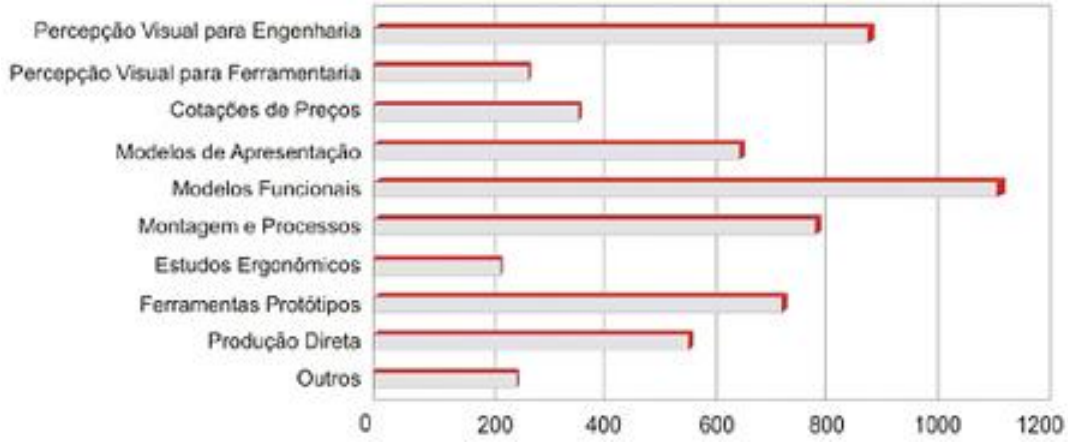
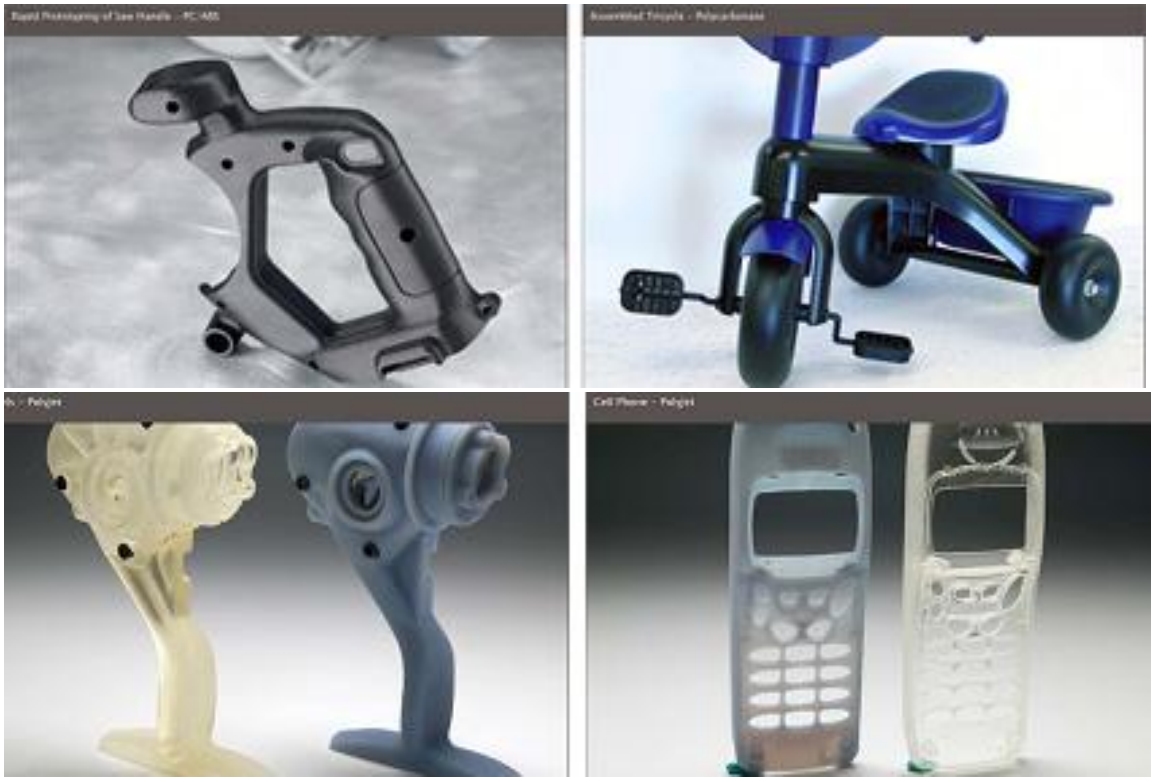


GRÁFICO 1 Objetivo dos protótipos. Fonte: Wholers Report, 2005.

As Engenharias geralmente procedem análises de escoamento e de distribuição de tensões, planejamento de operação cirúrgica, projeto e fabricação de próteses e implantes entre outros. Já na área da Manufatura, os

protótipos obtidos por RP podem ser utilizados por exemplo, como modelos mestres ou em alguns tipos de fundição (areia, cera perdida e molde metálico). A construção de protótipos funcionais na fase de investimentos em ferramentas de produção representa com clareza os problemas a serem enfrentados na produção e principalmente se o funcionamento do produto está de acordo com o idealizado no projeto. (BIBB, et al, 1999)



FIGURAS 3 a 6 Modelos prototipados: diversos produtos podem ser materializados antes
mesmo que suas ferramentas sejam confeccionadas. Fonte: Stratasys

Dois tipos de processos apresentam-se como principais processos de prototipagem por meio de sistema CAD/CAM: a prototipagem rápida por deposição de materiais (ARP – *Additive Rapid Prototype),* onde os modelos são construídos progressivamente por camadas não havendo necessidade de utilizar quaisquer tipos de ferramentas. E a prototipagem rápida subtrativa (SRP – *Subtractive Rapid Prototyping*), onde os modelos são obtidos pelo desbaste de blocos de diversos materiais.

Prototipagem Rápida

- *Subtractive Rapid Prototyping SRP*

A SRP é uma alternativa de baixo custo de prototipagem rápida, que cria modelos em praticamente qualquer material e oferece qualidade e acabamento superficial excepcional. Os protótipos não necessitam de trabalho de bancada para produzir peças precisas e com bom acabamento. Ainda assim, um investimento adicional no pós processamento, produz protótipos detalhados e

precisos que podem ser submetidos à condições operacionais dos produtos seriados.

Provas para manufatura é outra vantagem da SRP. Uma questão comum à Produção, é se deparar com produtos de difícil confecção ou então possíveis de serem obtidos apenas com ferramental e custos de produção inadequados. Quando o departamento de desenvolvimento de produto produz seus protótipos com a tecnologia subtrativa, recebe *feedback* imediato sobre a possibilidade de produção com custos aceitáveis.

FIGURAS 7 e 8 A MDX-540 fresa até mesmo detalhes mais intricados, e gera
curvas e superfícies lisas sem nenhum trabalho manual. Fonte: Engraver

A tecnologia de SRP, mesmo não conseguindo produzir todos os tipos de protótipos funcionais, pelas dificuldades de geometrias complexas e grandes profundidades de usinagem, leva a um questionamento: se não é possível usinar o protótipo, seria possível viabilizar, sem custos elevados, a produção em escala do produto final? E uma afirmação: para a grande maioria dos protótipos, a SRP produz protótipos funcionais a custos razoáveis. Não há nada melhor em protótipos, do que confeccioná-los no material em que será produzido em escala, permitindo testes reais de material nos protótipos com alta precisão dimensional, já que o objetivo é minimizar erros e acelerar a chegada do produto ao mercado, sem perder qualidade no processo de desenvolvimento do projeto.

FIGURAS 9 e 10 Com a MDX-540 (Roland DG Corp.) é possível produzir moldes e peças para a produção de um pequeno lote rapidamente e sem muito custo, em uma grande variedade de materiais, incluindo madeira química, resina, ABS e metais não ferrosos como o alumínio, latão e cobre. Fonte: Engraver

- *Additive Rapid Prototyping ARP*

Existem hoje no mercado diversos equipamentos que proporcionam a construção de protótipos rápidos via adição de camadas. Todos esses equipamentos têm em comum a possibilidade de construção de geometrias complexas diretamente de um modelo computacional, sem a necessidade de utilização de nenhum tipo de ferramental específico, tipo moldes, ou intervenção humana, ou seja, os objetos são construídos de forma livre, o que fez surgir recentemente a denominação de "solid freeform fabrication" (Construção de Forma Livre Sólida, tradução livre).

A Prototipagem Rápida Aditiva permite fabricar peças físicas com informações obtidas diretamente de um modelo geométrico tridimensional obtido por um sistema CAD. O processo se inicia com o modelo computacional 3D da peça sendo "fatiado" eletronicamente, de onde se obtêm curvas de nível 2D que definirão, em cada camada, onde será adicionado material. Essas camadas planas de material serão então empilhadas sequencialmente, iniciando na base e indo até o topo, gerando assim a peça física. Por isso, deu origem a um novo princípio de fabricação, denominado de manufatura por camada, ao invés de deformar (forja, usinagem, eletro erosão) ou remover material (centros CNC e SRP).

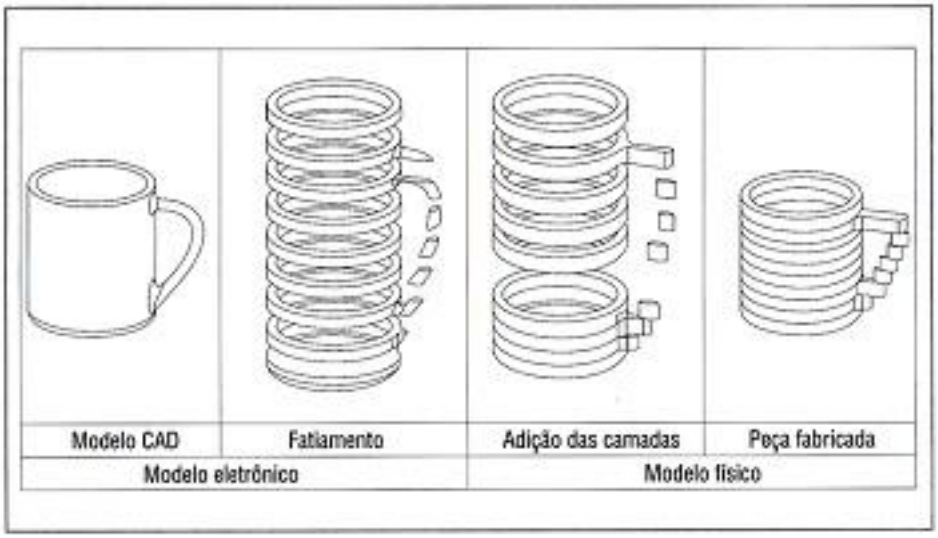


GRÁFICO 2 Representação das principais etapas do processo de manufatura por camada. Fonte: Volpato et al., 2007

As diversas técnicas de prototipagem rápida são baseadas no mesmo princípio: sinterização, aglutinação, polimerização ou solidificação de camadas do material de que serão construídas as fatias do modelo digital,

independentemente da natureza dos materiais, que podem ser pós (cerâmicos, plásticos ou metálicos), filetes plásticos, resina líquida ou outros.

Dessa forma, os sistemas de ARP existentes podem ser classificados de acordo com o estado inicial da matéria-prima utilizada, onde, os principais processos foram separados em três grupos: os baseados em líquido, os baseados em sólido e os que utilizam material na forma de pó, conforme tabela. (VOLPATO et al, 2007)

Baseado em líquido	Baseado em sólido	Baseado em pó
Estereolitografia – SL (*StereoLithography*)	Modelagem por Fusão e Deposição – FDM (*Fused Deposition Modeling*)	Sinterização Seletiva a Laser – SLS (*Selective Laser Sintering*)
Impressão a Jato de Tinta – IJP (*Ink Jet Printing*) – *Polyjet*	Manufatura Laminar de Objetos – LOM (*Laminated Object Manufacturing*)	Sinterização a Laser (*Laser Sintering*) – EOSINT
IJP – *InVision*	Tecnologia com Lâminas de Papel – PLT (*Paper Lamination Technology*)	Impressão Tridimensional – 3DP (*3 Dimensional Printing*)
	IJP – *Thermojet*	Fabricação da Forma Final a Laser – LENS (*Laser Engineered Net Shaping*)
	IJP – *Benchtop*	3DP – *ProMetal*

TABELA 1 Classificação dos processos de ARP, baseada no estado inicial da matéria-prima. Fonte: Volpato, et al.., 2007

Por ser uma fabricação baseada em camadas, os sistemas de Prototipagem Rápida são capazes de produzir peças de geometria complexa e formas que são caras para construir com sistemas tradicionais, impraticáveis ou mesmo impossíveis. Exemplos incluem blocos com cavidades internas ou peças contendo outras peças embutidas. A prototipagem rápida também permite a fabricação de peças com estruturas montadas (componentes eletrônicos ou térmicos) que seria impraticável usando sistemas convencionais de fabricação.

Produtos complexos, onde é necessária a construção de ferramentas que utilizem postiços, ou que possuam ângulos negativos para a usinagem, tendem a ser mais bem representados em protótipos construídos a partir das tecnologias de ARP (uma vez que não requer estratégias de construção muito complexas, já que a construção por camadas proporciona a confecção de objetos com qualquer grau de complexidade). Os com menor complexidade, tendem a ser representados de forma satisfatória nos aspectos de precisão, acabamento e funcionalidade pela tecnologia de SRP.

Fused Deposition Modeling FDM

Na tecnologia FDM de prototipagem rápida aditiva, um filamento termoplástico é desenrolado de uma bobina de suprimento para um bico extrusor. O protótipo é construído utilizando um sistema que combina o movimento do cabeçote extrusor nas direções *x* e *y* com a ação de uma plataforma que se desloca na direção *z*. O cabeçote extrusor traça primeiro o perímetro (contorno) da seção

transversal e depois o preenche com uma estratégia tipo raster, construindo assim cada camada.

A utilização desses materiais permitem que designers, engenheiros e empresários adquiram a funcionalidade e durabilidade que precisam a um baixo custo e em menos tempo do que os métodos tradicionais.

Algumas máquinas produzem peças para produção de baixo volume resistentes o suficiente para a integração em um produto final, sem o custo e a demora da ferramentaria e usinagem tradicionais. São também ideais para a construção de pequenas quantidades de peças, enquanto se espera pela ferramentaria, caso esta venha a existir, lançando assim o produto no mercado mais rapidamente.

FIGURAS 11 e 12 Protótipos obtidos pela tecnologia FDM: PPSF e ABSi

Além das questões de custo e tempo, os materiais utilizados são termoplásticos de engenharia, essenciais para a produção de partes de alta qualidade e com propriedades mecânicas. Estes materiais são usados em uma variedade de aplicações, tais como manufatura digital direta (DDM), conceituação, forma, função, ferramental (molde, design e construção), apresentações de vendas e como materiais de marketing.

Uma ampla gama de materiais termoplásticos é oferecida, tais como ABS (acrilonitrila butadieno estireno, que obtém peças coloridas), ABSi (peças translúcidas), PC (policarbonato), PC-ISO (material de alta performance com aplicações médicas), PC/ABS (combinação da força do PC com a flexibilidade de ABS), e ainda materiais de alto desempenho, como é o caso do ULTEM 9085 (certificação FST [fogo, fumaça, toxicidade], alta resistência térmica e química, ideal para aplicações em transportes comerciais) e da PPSF (polifenilsulfona, maior resistência química e ao calor de todos os materiais FDM, mecanicamente superior, maior força, esterilizável, ideal para aplicações em ambientes corrosivos e de altas temperaturas). (FORTUS, 2010)

Selective Laser Sintering SLS

A sinterização seletiva a laser (SLS) também faz parte das tecnologias de RP aditivas, utiliza um feixe de laser infravermelho de alta potência (por exemplo, um laser de dióxido de carbono) para a fusão ou sinterização de plástico, metal, cerâmica ou vidro em pó em um objeto tridimensional. Seções transversais digitais são obtidas a partir do aquivo CAD 3D ou da digitalização de dados e então o laser seletivamente funde o material em pó que se encontra sobre um leito. Depois que cada seção transversal é finalizada, o leito é abaixado pela espessura de uma camada, e uma nova camada de material em pó é aplicado em cima, e o processo é repetido até que a peça esteja concluída.

Em comparação com outros métodos de fabricação aditiva, a SLS pode produzir peças a partir de uma gama relativamente ampla de materiais em pó disponíveis comercialmente, que vão desde polímeros , como nylon, (puro, compósito com fibra de vidro ou com outros enchimentos) e poliestireno, metais (incluindo aço, titânio, misturas de ligas), compósitos e areia verde. O processo pode ser por fusão completa, fusão parcial ou sinterização em fase líquida.

Dependendo do material, podem ser alcançadas propriedades materiais comparáveis aos dos métodos convencionais de produção. Em muitos casos, um grande número de peças pode ser alocado dentro do envelope, permitindo assim alta produtividade.

FIGURAS 13 e 14 Protótipos obtidos pela tecnologia SLS: cerâmica e metal

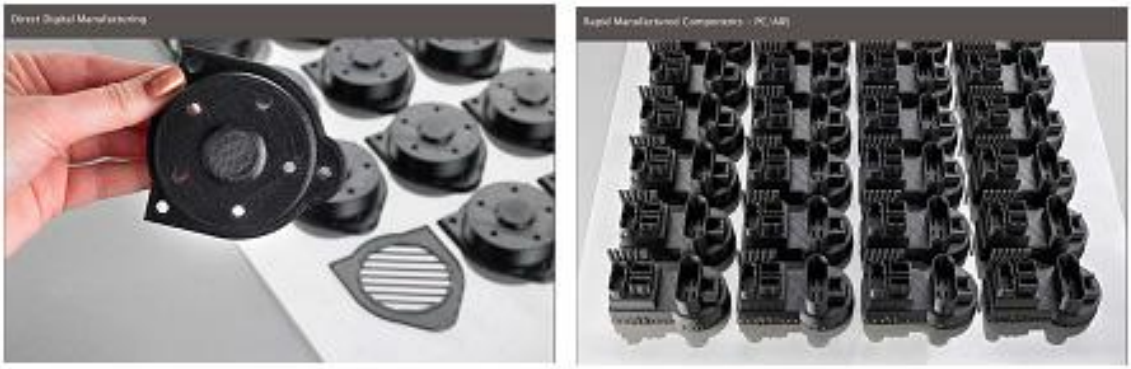
A tecnologia SLS é largamente utilizada em todo o mundo devido à sua capacidade de obter facilmente geometrias muito complexas diretamente de arquivos digitais CAD, e com propriedades muito próximas à de peças de plástico injetado. Embora tenha começado como uma forma de construir protótipos nas fases iniciais do ciclo de design, cada vez mais vem sendo usada na manufatura com prazo limitado produzindo partes para utilização final.

Além das vantagens supra citadas, a SLS tem ainda a capacidade de fazer peças de metal - o que nenhuma outra é capaz - e normalmente há muito pouca (se houver) necessidade de pós processamento para conferir acabamento superficial.

Rapid Manufacturing

Rapid Manufacturing é uma área nova de fabricação desenvolvida a partir de uma família de tecnologias conhecidas como Prototipagem Rápida. Essas tecnologias tanto melhoraram os produtos como reduziram seu tempo de desenvolvimento, o que por sua vez, resultou no desenvolvimento da tecnologia de *Rapid Tooling*. *Rapid Manufacturing* desenvolveu-se em uma etapa posterior, em que a necessidade de ferramentas é eliminada e permite ainda que geometrias anteriormente impossíveis sejam executadas.

Tem sido demonstrado que é economicamente viável o uso de sistemas de Prototipagem Rápida comerciais já existentes para fabricação seriada de peças em quantidades de até 20.000 e peças personalizadas em quantidades de centenas de milhares. Esta forma de produção pode ser extremamente rentável e que o processo é muito mais flexível do que a produção convencional. (HOPKINSON et al, 2005)



FIGURAS 15 e 16 Manufatura Digital (DDM) Design 1. Prototipe 10. Manufature 1.000. A fábrica do futuro. Fonte: RedEye, Stratasys.

A Manufatura Rápida feita em paralelo à produção em série pode oferecer uma grande vantagem na velocidade e custo em relação à técnicas alternativas de produção, como injeção de plastico ou fundição. Pode ainda envolver peças personalizadas, peças de reposição, produção em baixa escala ou produção em série. A fabricação por camadas de produtos grandes de metal, plástico ou materiais compósitos é bastante utilizada para diversas aplicações industriais nos setores aeroespacial (MPH-Optomec) e militar (Boeing).

Produtos pequenos e micro aplicativos são conhecidos em eletrônicos médicos (Siemens) bem como dos consumidores, diagnósticos e tecnologias de sensores (microTEC). Produção de lotes de peças muito pequenas através de técnicas de manufatura rápida como RMPD (sigla em inglês para Desenvolvimento Rápido de Micro Produtos) oferecem vantagens de custo e tempo. Cada vez mais, a *Rapid Manufacturing* está sendo aplicada a automóveis, jóias, odontologia, ortodontia, medicina e colecionáveis. (WOHLERS, 2007)

Considerações finais

O presente artigo é fruto de uma primeira etapa da pesquisa de Iniciação Científica desenvolvida no Departamento de Design da FAAC / UNESP / Bauru com o apoio da Fapesp.
Nesse levantamento, fica caracterizada a tecnologia da Prototipagem Rápida bem como sua relação com a atividade projetual em design e engenharia, representando a mais recente utilização dos recursos digitais assistindo o projeto.

O Design intrinsecamente carrega essa característica de interdisciplinariedade, uma vez que, na conceituação e desenvolvimento de qualquer novo produto, outras áreas devem ser consultadas para que os riscos sejam minimizados.

Produtos inovadores, via de regra. trazem consigo novas tecnologias e/ou novos materiais, que por sua vez, somente têm alguma valia caso sejam empregados de forma adequada. Esses materiais inovadores, também demandam uma nova forma de se produzir, fabricar os novos produtos, trazendo em seu bojo novas técnicas e processos de fabricação.

Nessa tríade, o Design pode estar tanto no começo como no final dessa sequência. Em determinado momento dita a pesquisa e desenvolvimento de novos materiais e seus respectivos processos de fabricação para se adequarem à novos projetos; em outro utiliza-se do *know-how* em pesquisas em novos materiais e/ou novos processos de fabricação, que lhes permitem o desenvolvimento de produtos até então impensados / impensáveis.

A Prototipagem Rápida se insere na questão, à medida que é um processo de fabricação que libera o Design das amarras das restrições dos processos arcaicos de produção convencionais para projetar de forma livre. Por outro lado, estimula o desenvolvimento e a pesquisa em novos materiais, o que vem enriquecer a tecnologia ou mesmo mudar em definitivo a forma como se fabricam produtos.

Hoje em dia esse fato já é uma realidade. Novos materiais e compósitos permitem a fabricação sem o uso de moldes ou formas, ou qualquer outro tipo de ferramenta e até livre da intervenção humana, a partir de modelos tridimensionais virtuais (CAD). Voltada inicialmente para sanar a questão da produção de protótipos na fase de desenvolvimento de design, hoje a Prototipagem Rápida ultrapassou essa fronteira, e já aparece como uma opção na fabricação de pequenos lotes ou em casos especiais.

As tecnologias de RP estão constantemente desenvolvendo novos materiais para a melhoria de seus processos ou então para oferecer propriedades que nenhum outro material possui. A sinterização seletiva a laser (SLS) é uma delas, uma vez que pode construir peças com qualquer material, desde que este possa ser transformado em pó. Essa é a busca, já que o esperado é que os objetos obtidos através da RP sejam constituídos do mesmo material caso

fossem fabricados da maneira convencional, e ainda conservem suas propriedades e características físicas e mecânicas.

Referências

ALCOFORADO, M. G. Design Interativo: O Poder Comunicativo dos Protótipos. In: 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2008, SENAC, São Paulo, Anais Eletrônicos. 2008, SENAC, São Paulo.

BARBOSA, R. T. DESIGN & PROTOTIPAGEM: Conhecimento e Uso da Prototipagem Rápida no Design Brasileiro. 2009. 198f. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Bauru, 2009.

BIBB, R., TAHA, Z., BROWN, R., WRIGHT, D. Development of a rapid prototyping design advice system. Journal of Intelligent Manufacturing. In: Academic Research Library, 1999. Disponível em <http://www.proquest.com> acesso em 03 de abril de 2010 às 00h23.

FORTUS 3D PRODUCTION SYSTEMS
Disponível em http://www.fortus.com/fdm_material_descriptions.aspx
Acesso em 26 de julho de 2010, às 12h42.

HOPKINSON, N., HAGUE, R.J.M., DICKENS, P.M., RAPID MANUFACTURING An Industrial Revolution for the Digital Age. 1 ed., West Sussex, Wiley-Blackwell, 2005.

SELHORST, A. Jr; CANCIGLIERI, O. Jr; IAROZINSKI, A. N. Análise comparativa entre os processos de prototipagem rápida por deposição ou remoção de material na concepção de novos produtos. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu, 2007.
Disponível em http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR610459_0570.pdf acesso em 18 de dezembro de 2009 às 23h02.

SILVA, J. V. L., OLIVEIRA, M. F., SAURA, C., YAMANAKA, M. C. BERGEMAN, M. Série Prototipagem Rápida: Conceitos e Aplicações. São Paulo: CADware® Publishing Brazil, 2002.

VOLPATO, N., FERREIRA, C. V., SANTOS, J. R. L. dos. Prototipagem Rápida: tecnologias e aplicações. São Paulo: Edgard Blücher, 2007.

WOHLERS, T. Wohlers Report 2007. Wohlers Associates, Inc. 2007

BIÔNICA: PROCESSO CRIATIVO E APLICAÇÃO

Leciane Cristina Marcuzzo
Alberto Höher
Jamil Brites
Tatiana Louise Avila de Campos Rocha
Liane Roldo
Wilson Kindlein Júnior

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Resumo:

A ciência da biônica compreende o aprendizado a partir da natureza de sistemas orgânicos para a solução de questões técnicas. O estudo biológico fornece os conhecimentos sobre os sistemas orgânicos da natureza, enquanto a utilização prática é de responsabilidade da técnica. Esse trabalho enaltece o processo criativo biônico para a obtenção de um artefato com design inovador. A partir de um modelo biológico, foi realizado um estudo sobre seu design e harmonia, com posterior escolha de um padrão visual o qual foi aplicado de uma maneira funcional em um objeto de decoração.

Palavras Chave: Biônica; Orgânico; Natureza.

Abstract

The Bionics science is about to understand the learnship from the organic systems of the nature for technical solutions. The Biological study allows the knowledge of the natural organic systems while the practical use is the technique responsibility. This work evinces the bionics creative process to obtain an innovative designed object. A study was done from a biological model and its design and harmony, carried on the visual pattern choice which was applied functionally at a decoration object.

Keywords: Bionics; Organic; Natural.

Introdução

A biônica é uma disciplina científica focada na implementação e aplicação de designs, processos e princípios de desenvolvimento encontrados em sistemas biológicos, segundo Bullinger (2009). A modalidade científica denominada biônica engloba a biologia e a tecnologia e explica a simbiose entre essas duas áreas; a biologia fornece os conhecimentos sobre os sistemas orgânicos da natureza, enquanto a utilização prática é de responsabilidade da técnica. Ocupa-se sistematicamente de formalizar o uso de analogias biológicas e a transposição técnica visando analisar e recuperar soluções funcionais

estruturais e formais para aplicá-las a resolução de problemas humanos através da geração de tecnologias e concepção de objetos e sistemas de objetos. A biônica aplicada ao design está fundamentada em dois tipos de atividades distintas: a primeira diz respeito à pesquisa e experimentação básicas, que partem da observação de fenômenos naturais sem necessariamente visar aplicações imediatas, o que gera soluções técnicas, aspectos metodológicos e conceituais para posterior uso específico. A segunda atividade consta na busca de soluções para um projeto específico, por analogia, usando os dados fornecidos pela primeira atividade juntamente com conhecimento prévio na área, dos princípios que determinam as formas da natureza e de uma metodologia de aproximação ao fenômeno natural.

A natureza tem soluções engenhosas em todos os seus sistemas biológicos, que podem ser aproveitadas para resolução de problemas da sistemática moderna humana e dos mais variados campos da tecnologia em acordo com Kindlein Junior (2008). Utilizar a sábia mãe natureza, aproveitando suas soluções e o perfeito funcionamento dos organismos encontrados em nosso planeta, adequando sua perfeita harmonia para solucionar e desenvolver novos produtos que venham melhorar a vida moderna consta de uma ferramenta poderosa para o surgimento de novos parâmetros e abordagens para soluções técnicas. Aprofundando o conhecimento científico sobre as estruturas e mecanismos dos seres encontrados na natureza, é possível a descoberta de analogias perfeitas entre sistemas orgânicos que pode ser aplicada na engenharia da rotina humana.

Ainda segundo Bullinger (2009), a biônica é um processo interativo no qual avanços científicos e tecnológicos são unidos por diferentes áreas de conhecimento na busca de distantes campos de aplicação. De acordo com Kindlen Junior (2008) as propostas metodológicas giram em torno das problemáticas associadas ao estabelecimento de analogias entre a natureza e a técnica. Existem diferenças fundamentais entre o organismo natural e o objeto artificial utilizados para as analogias: a primeira consiste em que, o objeto artificial é relativamente transparente, simples. Com conhecimento técnico e científico é possível desmontar um artefato e reduzi-lo a seus componentes funcionais. O organismo natural não apresenta essa simplicidade em seus componentes, o organismo orgânico é basicamente uma unidade, sendo necessária a identificação de partes desse organismo para entender a continuidade do sistema natural. Os organismos naturais não são produtos terminados, são etapas de um processo contínuo de adaptação a um meio em eterna mudança que levam consigo reminiscências de etapas anteriores.

Parte Experimental

Os materiais necessários para o trabalho incluem o modelo orgânico eleito a partir da natureza, isto é, a planta Haworthia Fasciata; espectrofotômetro de absorção no infravermelho (FTIR) (Perkin Elmer) modelo Spectrum 100; fresadora (Digimill) 3D; termógrafo (SAT Infrared) modelo SAT-PHY6800; disco polimérico com diâmetro de 30 cm e espessura 0,5 cm, adquirido no mercado local.

A metodologia utilizada para o processo criativo biônico engloba, em primeira instância, as ações que possibilitam a parametrização da forma biônica

escolhida a partir da natureza, isto é, a parametrização da forma, seguido de técnicas computacionais para representação e modelagem, usinagem e aplicação no produto final. A técnica utilizada nesse trabalho seguiu a seqüência:

Observação do modelo biológico em seu habitat (planta Haworthia Fasciata);
Coleta manual do modelo;
Uso de instrumento para observação de detalhes minúsculos (máquina fotográfica digital (Nikon) de alta resolução);
Desenho a mão livre e interpretativo das idéias sugeridas pelo modelo e seus detalhes mais significativos;
Desenho geométrico;
Modelagem eletrônica;
Representação bidimensional e tridimensional (vários tipos de desenhos);
Usinagem do protótipo;
Sugestão de aplicação no produto final.

O modelo orgânico eleito para o processo criativo biônico foi a planta Haworthia Fasciata, popularmente conhecida como Planta Zebra, visualizada nas Fig.1a, Fig.1b e Fig.1c.

Fig.1a: Planta Haworthia Fasciata.

Fig.1b: Planta Haworthia Fasciata.

Fig.1c: Planta Haworthia Fasciata.

A Haworthia Fasciata é uma pequena espécie de planta suculenta originária da África e presente em regiões tropicais, apresenta formato de roseta helicoidal de 8 cm de comprimento médio. O feixe é plano, com uma ligeira concavidade em direção ao ápice, e na parte inferior ele é convexo com tubérculos brancos que se unem para formar linhas horizontais. Sua inflorescência é em espigas com longas hastes de até 30 cm que podem apresentar muitas flores brancas suplentes tubulares, em alguns casos com linhas longitudinais escuras. Na base das flores novas mudas podem formar camadas. Geralmente plantas do gênero Haworthia são duras e firmes ao toque, com aparência análoga a pele de répteis, essa firmeza é facilmente identificável pela presença de tubérculos aparentes em formato arredondado ou linhas que lhe conferem essa característica (Haworthia; Haworthia fasciata).

Selecionada a amostra encontrada na natureza (Fig.1c), foi definida a estrutura que compõe sua superfície com ajuda de ferramenta computacional para desenho conforme Fig.2.

O fluxograma da Fig.3 representa as etapas finais da parametrização da forma que incluem o delineamento da textura (i), a simplificação das formas (ii) e a obtenção do módulo (iii).

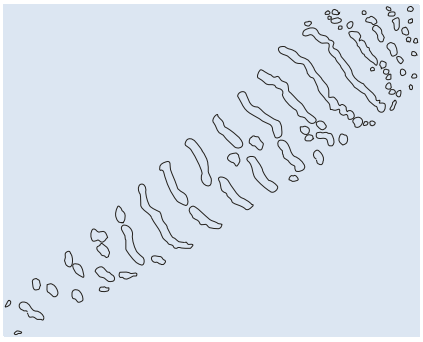


Fig.2: Superfície da estrutura orgânica.

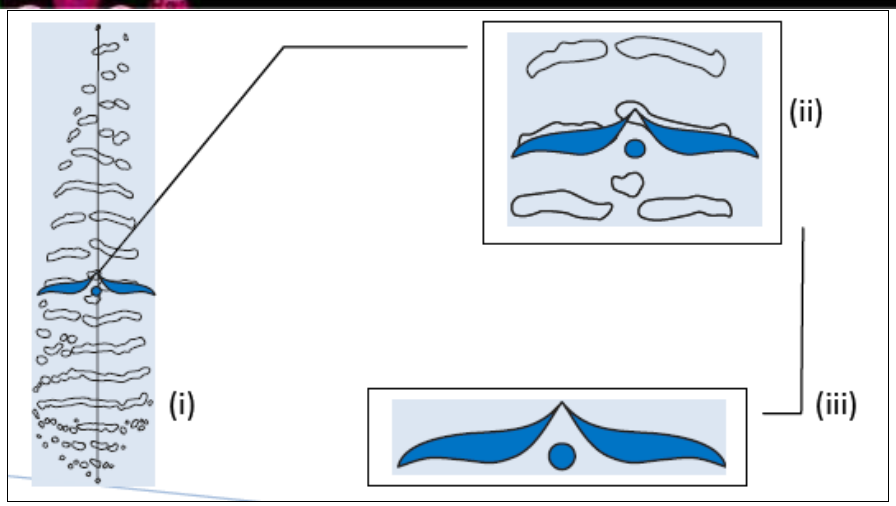


Fig.3: Fluxograma das etapas finais da parametrização da forma.

Na Fig.4 pode-se verificar a representação bidimensional dos modelos criados a partir dos estudos de interpretação do processo criativo biônico. Consiste na utilização de ferramentas de desenho computacional para a criação de novas formas com potencialidade de aplicação no produto final.

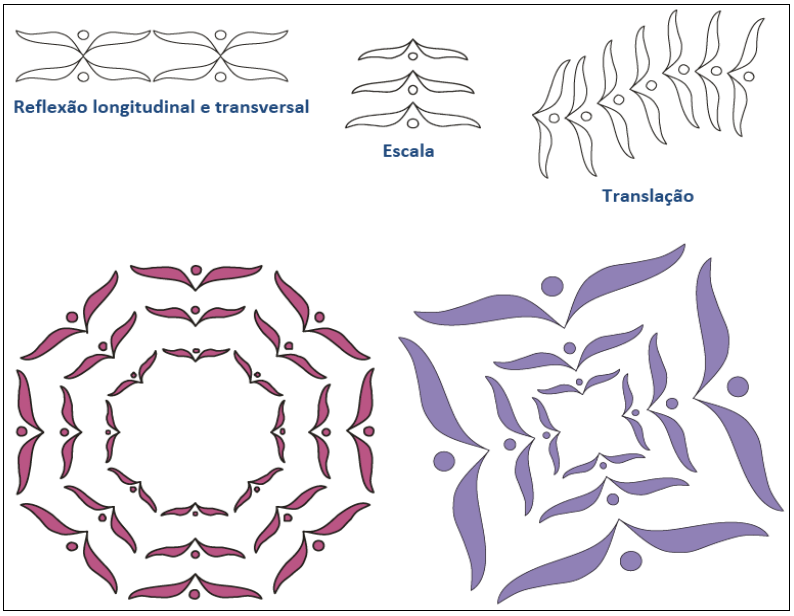


Fig.4: Representação bidimensional e criação de novas formas a partir do módulo biônico.

Na Fig.5 a representação tridimensional, utilizando ferramenta gráfica computacional, das formas obtidas a partir do estudo do molelo biônico pode ser visualizada.

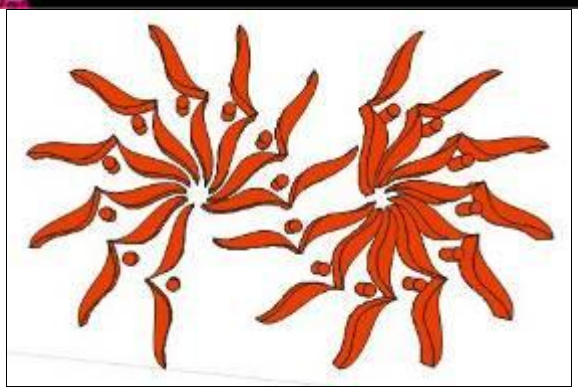


Fig.5: Representação tridimensional.

Na etapa da usinagem, a escolha do protótipo a ser reproduzido foi o modelo de um bojo de uma luminária, tendo em vista o desenvolvimento do processo criativo biônico e obtenção do padrão de formas. O protótipo foi confeccionado a partir de um disco abaulado de cor clara, constituído por material polimérico, com diâmetro de 30 cm e espessura de 0,5 cm, este foi considerado o bojo da luminária batizada com o nome PLAFON UFO.

Inicialmente foi realizada uma análise para identificar o tipo de polímero do qual era composto o disco polimérico adquirido para a confecção do bojo da luminária PLAFON UFO, o protótipo em questão. Junto ao Laboratório de Análise e Seleção de Materiais (LdSM) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), foi utilizado o equipamento espectrofotômetro de absorção no infravermelho (FTIR) (Perkin Elmer) modelo Spectrum 100 para esse fim. O FTIR trabalha com a espectroscopia do infravermelho, realizando a leitura de diferentes comprimentos de onda na região do infravermelho para diferentes tipos de materiais, permitindo assim a identificação do material analisado mediante comparação com materiais já conhecidos.

O polímero identificado na análise utilizando o FTIR foi o poliestireno (PS) que tem como característica principal ser um termoplástico amorfo. O poliestireno é um homopolímero resistente ao calor de formulação química $[CH(C_6H_5)\text{-}CH_2]_n$, com densidade entre 1040 e 1050 kg/m^3, e temperatura de transição vítrea (T_g) de 110°C. Temperatura máxima de serviço deve ser entre 90°C e 103°C e a temperatura mínima entre -43°C e -7°C.

No gráfico da Fig.6 está representado o espectro da análise de FTIR, onde é possível visualizar a comparação entre os espectros característicos de dois materiais, os quais estão representados pelas linhas, superior e inferior. Na linha inferior é apresentada a amostra polimérica a ser identificada e na linha superior é observado o espectro do poliestireno, o qual já possui sua identidade conhecida e catalogada. A forma operacional de identificação ocorre comparando-se o espectro da amostra a ser identificada com vários espectros de materiais poliméricos conhecidos, até encontrar identidade entre os dois espectros, momento exato registrado pelo gráfico da Fig.6, onde as linhas superior e inferior possuem a mesma identidade.

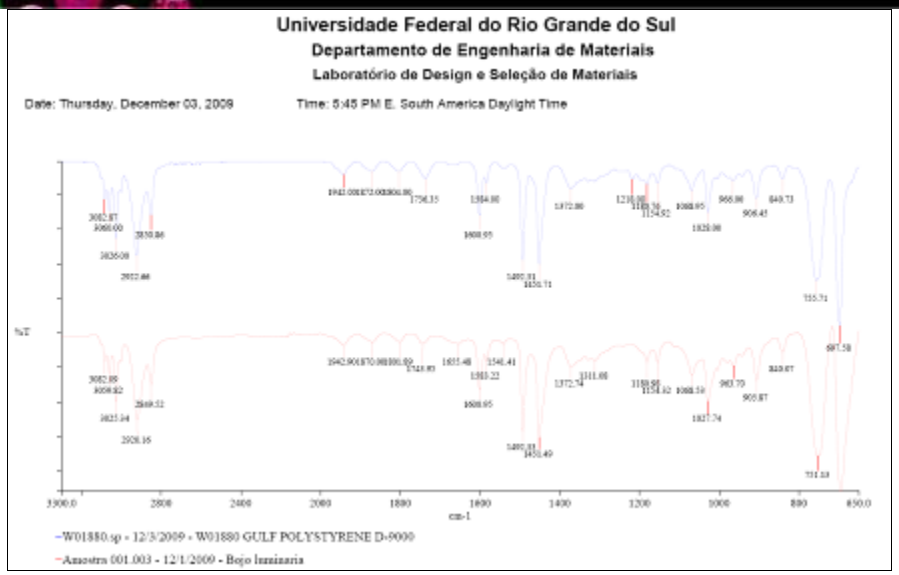

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Departamento de Engenharia de Materiais
Laboratório de Design e Seleção de Materiais
Date: Thursday, December 03, 2009
Time: 5:45 PM E. South America Daylight Time
%T
cm-1
W01880.sp - 12/3/2009 - W01880 GULF POLYSTYRENE D-9000
Amostra 001.003 - 12/1/2009 - Bojo luminaria

Fig.6: Gráfico resultante da análise com FTIR, comprovando a identidade do material polimérico como sendo poliestireno (PS).

Após identificar o material polimérico a ser usinado, partiu-se para a usinagem propriamente dita, conforme Fig.7, usando a máquina Fresadora Digimill 3D. Os parâmetros iniciais de trabalho constaram de utilizar uma fresa de 2 mm e spindle de 16.000 rpm para a usinagem do padrões orgânicos no bojo da luminária PLAFON UFO.

Fig.7: Processo de usinagem utilizando a máquina fresadora Digimil 3D.

Contudo, nesse momento verificou-se o empastamento do material polimérico junto a fresa, isto é, o material fundiu e ficou depositado no ferramental devido a temperatura de trabalho ultrapassar a T_g do poliestireno, que é 110ºC. Para comprovar que a T_g do poliestireno estava sendo ultrapassada e avaliar os dados, foi utilizado o Termógrafo (SAT Infrared) modelo SAT-PHY6800, que forneceu imagens das emissões de calor para diferentes regiões do protótipo com diferentes graus de solicitação, onde o foco foi o ponto de ocorrência do empastamento, isto é, o ponto de contato entre a fresa e o poliestireno durante a ação mecânica de usinagem.

Nas Fig.8 e Fig.10, podem-se visualizar fotos obtidas com o termógrafo, onde são representadas as emissões de calor para diferentes áreas de solicitação em diferentes instantes. As temperaturas variam entre 25ºC e 135ºC. Os picos de temperaturas dos momentos registrados nas Fig.8 e Fig.10 são descritos nos gráficos Tempertura X Tempo, das Fig.9 e Fig.11, com picos de aproximadamente 74ºC e 135ºC, respectivamente. A temperatura registrada e visualizada no gráfico da Fig.11 comprova que a temperatura de trabalho da usinagem (135ºC) ultrapassou a T_g do poliestireno (110ºC). Sendo necessário então, modificar as condições de trabalho.

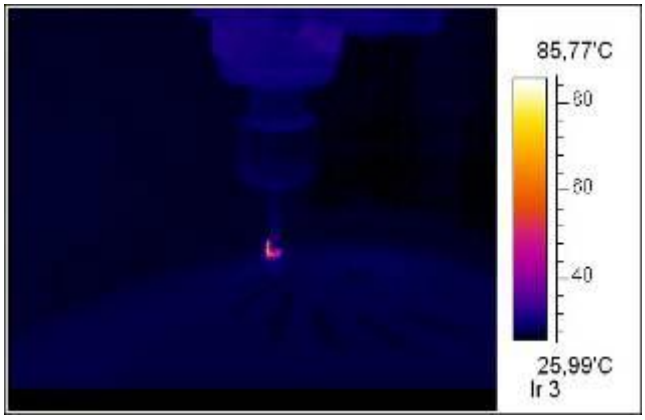


Fig.8: Foto obtida com Termógrafo SAT-PHY6800 em etapa da usinagem com temperatura máxima de solicitação próxima de 74ºC.

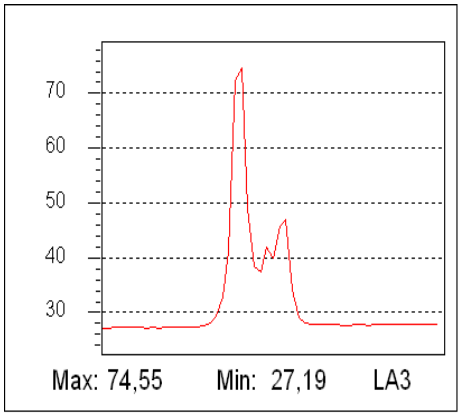


Fig.9: Gráfico Tempertura X Tempo, representando o pico máximo de temperatura alcançado no momento registrado na Fig.11, de aproximadamente 74ºC.

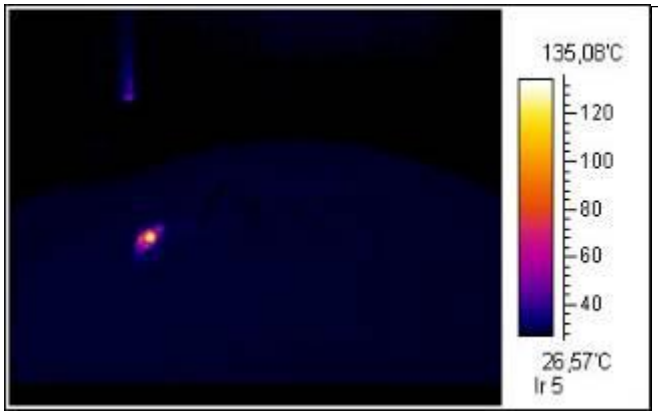


Fig.10: Foto obtida com Termógrafo SAT-PHY6800 em etapa da usinagem com temperatura máxima de solicitação próxima de 135ºC.

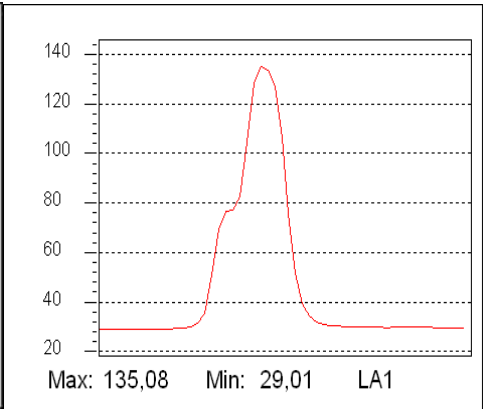


Fig.11: Gráfico Temperatura X Tempo, representando o pico máximo de temperatura alcançado no momento registrado na Fig.13, de aproximadamente 135ºC.

Em um segundo momento, as condições de trabalho foram modificadas, conforme necessidade do processo, e passou-se a utilizar uma fresa se 4 mm

e spindle de 10.800 rpm para dar prosseguimento a usinagem do bojo da luminária PLAFON UFO. Os parâmetros de solicitação do material polimérico poliestireno foram respeitados, como se pode visualizar nas fotos termogravimétricas das Fig.12 e Fig.14 e nos gráficos das Fig.13 e Fig.15.

Nas Fig.12 e Fig.14 pode-se visualizar que as temperaturas variam entre 25ºC e 84ºC, aproximadamente. Os picos de temperaturas dos momentos registrados nas Fig.12 e Fig.14 são descritos nos gráficos das Fig.13 e Fig.15 com picos de aproximadamente 57ºC e 84ºC, respectivamente. A temperatura registrada e visualizada no gráfico da Fig.14 comprova a temperatura máxima de solicitação da usinagem quando modificada as condições de trabalho, temperatura essa que não ultrapassa a T_g do polímero poliestireno (110ºC), conseqüentemente não empasta no ferramental da fresadora.

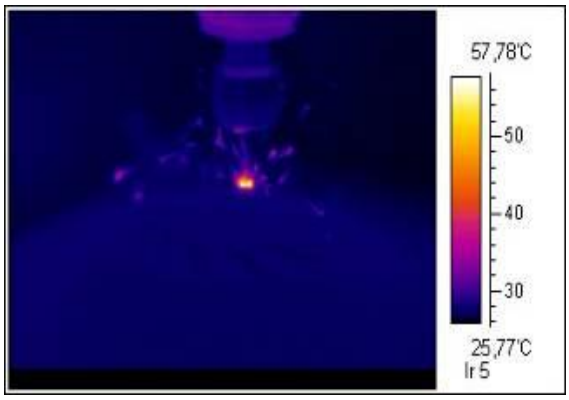


Fig.12: Foto obtida com Termógrafo SAT-PHY6800 em etapa da usinagem com temperatura máxima de solicitação próxima de 57ºC.

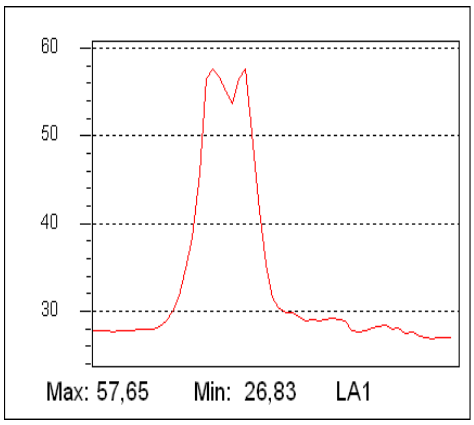


Fig.13: Gráfico Temperatura X Tempo, representando o pico máximo de temperatura alcançado no momento registrado na Fig.15, de aproximadamente 57ºC.

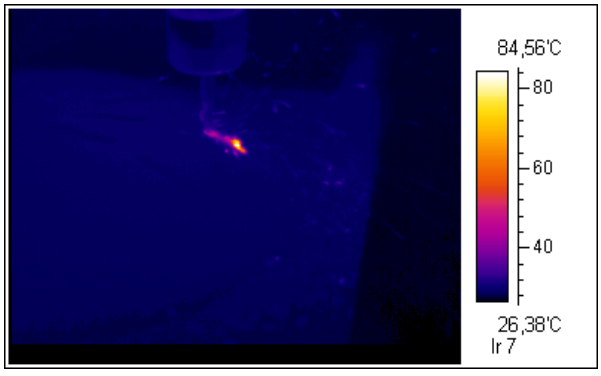


Fig.14: Foto obtida com Termógrafo SAT-PHY6800 em etapa da usinagem com temperatura máxima de solicitação próxima de 84ºC.

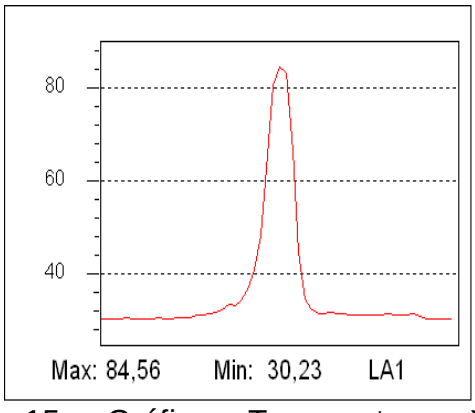


Fig.15: Gráfico Temperatura X Tempo, representando o pico máximo de temperatura alcançado no momento registrado na Fig.17, de aproximadamente 84ºC.

Finalizada a usinagem, obteve-se o modelo proposto pelo projeto inicial, onde o processo criativo da biônica pôde ser concluído e visualizado, conforme as Fig.16 e Fig.17. Bem como sua funcionalidade atestada conforme Fig.18 e Fig.19.

Fig.16: Bojo da luminária com usinagem de padrões finalizada.

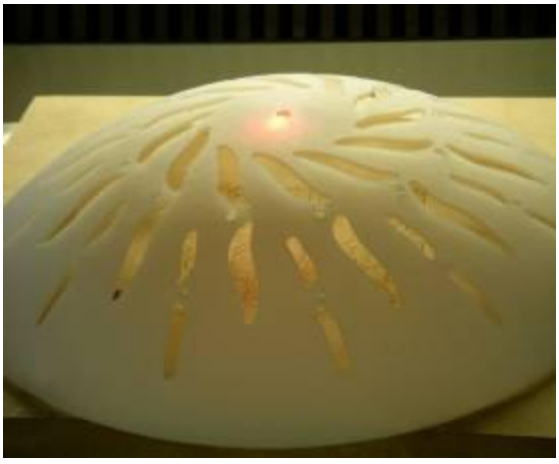


Fig.17: Bojo da luminária com usinagem de padrões finalizada.

Fig.18: Funcionalidade da luminária e visualização dos padrões.

Fig.19: Funcionalidade da luminária e visualização dos padrões.

Resultados e Discussões

O processo criativo englobado pela biônica consta de várias e importantes etapas, estas que permitem a sinergia de diferentes áreas para benefício da técnica empregada em soluções de engenharia. O protótipo denominado luminária PLAFON UFO foi o momento final do processo criativo biônico proposto, resultante do conjunto composto pela parametrização da forma, modelagem e usinagem. Além da discussão e desenvolvimento do processo criativo, foram abordadas também etapas de cunho técnico, que são de suma importância para a usinagem, como o uso dos equipamentos FTIR, termógrafo e fresadora, o que leva a concluir que há a necessidade de um conhecimento multidisciplinar para aplicações consistentes no campo do design.

No presente trabalho, a aplicação foi direcionada para a possibilidade de exploração da luz e das várias formas de comunicação desta a partir de luminárias, plafons e arandelas. A sistemática criativa desenvolvida nesse trabalho pode ser aplicada em modelos de produtos inovadores, padrões para objetos com design arrojado e diferenciado. Essa aplicação pode ser realizada, por exemplo, em luminárias com padrão diferenciado que apresentam molde vazado na estrutura, conforme Fig.20 e Fig.21, o que propicia projeção de luz ambiente e obtenção de formas nas superfícies adjacentes como o teto e paredes. Um produto com essa abordagem pode ser empregado em restaurantes e casas noturnas, onde o apelo estético influencia o bem estar dos freqüentadores além de agregar valor.

Fig.20: Luminária com padrão inovador em molde vazado para projeção de luz ambiente, retirado de Pattern Light.

Fig.21: Luminárias com padrão inovador em molde vazado para projeção de luz ambiente, adaptado de Pattern Light.

Conclusões e Proposições

A natureza é fonte inesgotável de modelos e princípios funcionais que se transformam em fortes aliados nas áreas de design, tecnologia e inovação. A base do estudo da biônica proporciona novos parâmetros para a análise e desenvolvimento de características que agregam valor ao produto final. As complexas formas obtidas nesse estudo oportunizaram a compreensão do processo criativo para obtenção do modelo biônico, bem como a utilização dos princípios de aplicação da biônica como fonte de inspiração para o

desenvolvimento de novas orientações, que podem ser aplicadas nos mais variados campos do design e engenharia. A sinergia entre diferentes áreas de conhecimento deve ocorrer para o desenvolvimento de tecnologias aplicadas ao design, a renovação de conceitos e a inovação.

Agradecimentos

Sinceros agradecimentos ao LdSM - Laboratório de Design e Seleção de Materiais da UFRGS, por ceder espaço, equipamentos e apoio técnico para a realização desse estudo, ao Laboratório de Cerâmicas - LACER da UFRGS pela disponibilidade do equipamento para caracterização de materiais e ao CNPq por ter possibilitado e financiado essa pesquisa.

Referências

[1] BULLINGER Hans-Jörg. Technology Guide: Principles, Applications, Trends. Impresso por Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Alemanha, 178-183, 2009.

[2] KINDLEN JUNIOR Wilson, ZATTI Daniela Cristina, BIACCHI Tanise Pfeifer. A Natureza como Fonte de Inspiração para a Criação e Desenvolvimento de Texturas Aplicadas ao Design Industrial. NDSM, UFRGS, 2008.

[3] Haworthia. Disponível em: <http://www.tiosam.com/?q=Haworthia>. Acesso em 20/10/2009.

[4] Haworthia fasciata. Learn to Grow. Disponível em: <http://www.learn2grow.com/plants/haworthia-fasciata/>. Acesso em: 20/10/2009.

[5] Pattern Light. Fixture Designs Cast Stunning Wall Shadows. Disponível em: <http://dornob.com/pattern-light-fixture-designs-cast-stunning-wall-shadows/>. Acesso em: 23/10/2009.

AVALIAÇÃO DOS NANOCOMPÓSITOS CELULOSE E LIGNINA EM RESINAS POLIURETANAS NO DESIGN DE CALÇADOS: DADOS PRELIMINARES

Thayná Monteiro Bastos
Rosinei Batista Ribeiro
Mary Mitsue Yokosawa

Faculdades Integradas Teresa D'Ávila - FATEA

Resumo

Este artigo teve como motivação avaliar o papel dos nanocompósitos quanto as propriedades mecânicas e na construção do design de produto, especificamente solado de calçados.
Desde seu surgimento as resinas poliuretanas têm sido aplicadas na indústria calçadista, principalmente em solados de calçados. Os compósitos com fibra natural têm sido usados nos mais diferentes mercados pela sua diversidade na produção e no desenvolvimento de projeto de produto. Este trabalho pretende avaliar as propriedades mecânicas e físicas da resina poliuretana com diferentes percentuais das nanopartículas de celulolignina 10, 20, 30 e 40% carga na aplicação em solado de calçado.

Palavras-chave: Desenho Industrial; Fibra Naturail; Novos Materiais

Abstract

This article had the motivation to evaluate the role of the nanocomposites on the mechanical properties and construction of product design, specifically shoe soles.
Since its inception the polyurethane resins have been applied in the footwear industry, especially in shoe soles. The natural fiber composites have been used in many different markets for its diversity in production and development of product design. This study aims to assess the physical and mechanical properties of polyurethane resin with different percentages of nanoparticles celulolignine 10, 20, 30 and 40% load on application to sole shoe.

Keywords: *Industrial Design; Natural fiber; New Materials..*

Introdução

O sistema de construção dos calçados é composto de uma parte superior, o cabedal e de uma parte inferior, o solado (SILVA 2008). Segundo Naime e Robinson (2008) os principais objetivos dos calçados são: absorção de choques e amortecimento; calce adequado estático e dinâmico;

características microclimáticas adequadas; estabilização da temperatura e descarte da umidade. A atuação da área calçadista é responsável pela qualidade do calçado e deve oferecer segurança e conforto para amenizar as possíveis alterações que ocorrem no sistema músculo esquelético. Assim a absorção do choque, altura do solado e forma devem ser analisadas.

Destaca-se o Design para montagem - Design for Assembly (DfA) que visa o desenvolvimento de produtos tanto em re-design quanto em inovação, sendo fundamental para simplificar os produtos, facilitando na sua montagem, eliminando componentes desnecessários e integrando partes, reduzindo o número de sistemas de junção. Assim pode-se obter diminuição na massa, redução no número de peças, redução de custos (SILVA 2005).

Segundo Borchardt et al.; 2008 conceitos como ecodesign e análise do ciclo de vida (ACV) têm promovido uma releitura nas técnicas de concepção, projeto e produção industrial de bens. Para Manzini e Vezzoli (2005), uma proposta sustentável: i) é centrada em recursos renováveis; ii) otimiza o emprego dos recursos não-renováveis, iii) não acumula resíduos que o ecossistema não seja capaz de reabsorver. Segundo Venzke (2002) uma das práticas de ecodesign constitui na escolha de materiais de baixo impacto ambiental: i) reduzir o consumo de materiais ao longo da vida do produto (produto e uso), ii) usar matéria prima o mais próximo do seu estado natural, evitar a mistura de matérias não compatíveis que impedem a separação dos componentes na reciclagem, iii) utilizar materiais que geram menos poluentes no processo de produção durante o uso ou na reciclagem ou no descarte, ii) usar materiais não tóxicos, nas etapas de produção durante o uso ou na reciclagem ou no descarte, iv) usar materiais reciclados ou que requerem menos energia de fabricação, v)utilizar materiais onde é possível a reutilização/reaproveitamento de componentes.

A atratividade para os usos das fibras naturais e possíveis estudos dos compósitos traduz nas estruturas dos produtos e nas características dos materiais as seguintes possibilidades: (a) redução do custo do produto por meio da combinação com material de baixo custo, atuando como enchedor, com material de custo elevado; (b) o desenvolvimento de materiais com conceito de sustentabilidade e passiveis a reciclabilidade; e/ou (c) produzir um material compósito que determine alta resistência e propriedades específicas superiores aos componentes isolados (ABU-SHARKH e HAMID, 2004).

O principal objetivo de estudo ultimamente é a produção de compósitos derivados de biopolímeros e fibras naturais para o desenvolvimento de materiais biodegradáveis. Assim, a classe dos biocompósitos pode ser considerada como o novo material a ser adotado no século 21, devido ao potencial de seus valores nas propriedades física, química e mecânica (MOHANTY, 2005).

A celulose pode ser utilizada como matéria-prima para produção de um grande número de derivados de produtos e acessórios. A função da celulose é realizar a acetilação heterogênea da fibra de linho para diminuir a alta polaridade das fibras naturais, visando seu uso como reforço estrutural (FRISONI et. al., 2001; FALES e ACEVEDO, 1998).

A lignina é o componente que dá rigidez à planta, o que pode ser explicado pelo alto teor de aromáticos em sua complexa estrutura. Ela age

como impermeabilizante e controla a passagem de água pela parede celular, além de proteger contra ataques biológicos, impedindo penetração de enzimas. A lignina é a “cola” que une as fibras celulósicas, conferindo à madeira rigidez e resistência ao impacto. É um copolímero termoplástico de elevado peso molecular, com temperatura de transição vítrea (*Tg*) próxima a 90°C. Não é hidrolisada por ácidos, mas é solúvel em álcali aquecido. (MOHANTY, 2005) (WOOL, 2005)

A quantidade volumétrica de fibras no compósito implica em mudanças significativas em suas propriedades mecânicas, como por exemplo: o aumento no conteúdo das fibras pode caracterizar em uma maior resistência mecânica, como por exemplo, a dureza, devido a inflexão da matriz no reforço durante o processamento e descontinuidade na estrutura final (BOTELHO; REZENDE, 2002).

O uso de fibras naturais com alto módulo integrado em matrizes poliméricas termoplásticas de baixo modulo contribui significativamente na obtenção de produtos com propriedades distintas. O modulo de elasticidade em tração e flexão dos materiais reforçados é influenciada pelo modulo de elasticidade das fibras presentes em toda estrutura do sistema (KLEMM et. al., 1998).

Metodologia

- Planejamento das Misturas

A pesquisa para obtenção dos compósitos a base de fibras naturais foram realizados no Departamento de Biotecnologia na Escola de Engenharia de Lorena – USP a partir da preparação química das misturas na resina PU com variações nas porcentagens de celulose e a lignina nas quantidades de 10, 20, 30, 40, 50%.

As diferentes condições de carga visam identificar a influência das propriedades mecânica, química, física e a morfologia microestrutural das nanofibras.

Figura 1 – Fibras de Celulose usada para produção do compósito

Figura 2 – Aglomerado de Lignina usada para produção do Compósito

- Preparação Materialográfica

O processo materialográfico será realizado no Laboratório de Microscopia de Materiais – Departamento de Engenharia de Materiais da Escola de Engenharia de Lorena - USP em parceria com o Laboratório de Análise de Imagens de Materiais do Departamento de Tecnologia e Materiais da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – LAIMat-DMT-FEG-UNESP.

Para o início da preparação materialográfica, após a definição dos critérios, realiza-se o seccionamento usando uma cortadeira em nível de precisão tipo ISOMET 1000, fabricada pela BUEHLER empregando discos de corte diamantado e logo após, o embutimento a frio empregando resina epóxi.

A preparação superficial usa-se lixas d`água de carbeto de silício – SiC nas granulometrias seqüenciais: # 220, 320, 400, 600, 800, 1000, 1200, 2400 e 4000, e em seguida foi feito o polimento mecânico com pastas de diamantes de 3 e 1μm, impregnados sobre os panos DUR e MOL e na fase final para a eliminação das deformações ocorridas pelas etapas anteriores, utiliza-se uma suspensão de sílica coloidal tipo OP-U, fabricado pela PANAMBRA-STRUERS impregnado sobre o pano OP-NAP.

Figura 3 – Politrizes para lixamento e polimentos das amostras

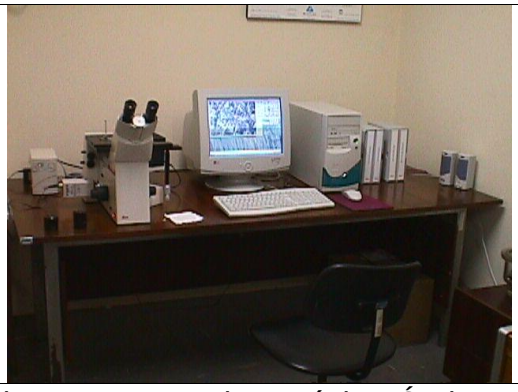


Figura 4 – Microscópio Óptico e Processador Digital e Analisador de Imagens

- Microscopia Eletrônica de Varredura

As análises para avaliar a morfologia, distribuição e quantidade das nanofibras foi realizada no Departamento de Engenharia de Materiais – LME-DEMAR-EEL-USP usando o Microscópio Eletrônico de Varredura tipo VP 1450, fabricado pela LEO (Figura 5).

Figura 5 – Microscópio Eletrônico de Varredura - MEV

- Metodologia de Projeto de Produto (Design de calçados)

I. Análise da tarefa do usuário - Verifica-se os meios em que o usuário utiliza os produtos, condições de temperatura, estação, locais, tempo de uso seqüencialmente, sistema de armazenamento.

II. Análise da função do produto - Inclui a forma do qual o produto será usado, por quanto tempo ficará em contato direto e indireto com o usuário, análise de possíveis problemas com o produto, análise do ciclo de vida do produto e tempo de vida útil.

III. Análise de Conceitos Chave de estilo - Interpretação das necessidades, sonhos, desejos, valores e expectativas do consumidor. Um novo produto com uma clara diferenciação em relação aos existentes consegue popularizar-se com um evidente acréscimo de valor para o consumidor. (No caso a diferenciação é o uso de fontes renováveis). pesquisa de similares.

IV. Enquête com público alvo – Foi realizada uma pesquisa que relata a percepção que o usuário possui em relação a produtos “ecossustentáveis” e a usabilidade da rasteira.

V. Projeto Conceitual - Objetiva produzir princípios de projeto para um novo produto, deverá mostrar como um novo produto será feito para atingir os objetivos básicos. O projeto conceito é o resultado das análises de mercado, função, estilo e processos de produção.

VI. Estudos Ergonômicos - Com base em conforto, usabilidade, antropometria e biomecânica serão definidos os aspectos ergonômicos pertinentes ao produto.

VII. Modelagem 3D - Será relizado o estudo de modelagem 3D no Laboratório de Materiais, Texturas e Modelamento da Faculdades

Integradas Teresa D'Ávila (FATEA) por meio do uso do programa SolidWorks com a aplicabilidade da ferramenta Cosmos e o desenho técnico.

VIII. Prototipagem - Será realizada a confecção do solado por meio da máquina de Prototipagem Rápida no Centro Tecnológico Mariana Gussen na Faculdades Integradas Teresa D'Ávila (FATEA).

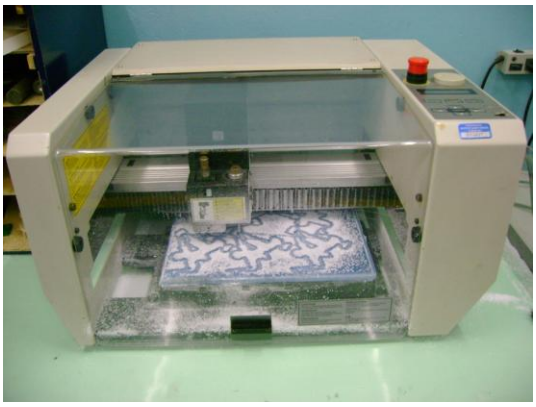


Figura 6 - Máquina de Prototipagem Rápida - FATEA

Resultados e Discussão

Os Nanocompósitos poliméricos compreendem uma nova classe de materiais onde substâncias são finamente dispersos dentro de uma matriz polimérica, foi realizado um estudo exploratório de planejamento das misturas da resina PU com variações de nanopartículas de celulose e lignina em 10, 20, 30, 40, 50% de carga em função das propriedades e microestrutura.

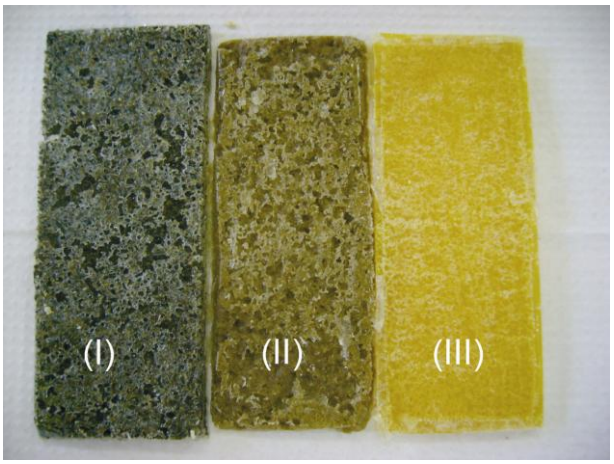


Figura 7 – Obtenção das misturas: (I) PU e Lignina 20%carga (II) PU e Celulose 20% carga (III) PU

Os resultados preliminares obtidos pela microscopia eletrônica de varredura foram: a partir de 20% lignina apresenta mudanças na morfologia, que contribui na maleabilidade do material, já a mistura com a celulose a partir de 30 % em sua composição proporciona alterações significativas em sua forma estrutural (morfologia da partícula) ocasionando o aumento na maleabilidade e ductilidade do material, a lignina junto com a celulose a 20% misturado ao PU gera uma mistura com melhores propriedades quanto a maleabilidade apresentando menos fraturas no material.

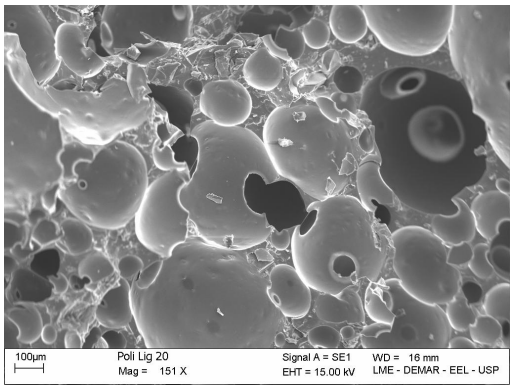


Figura 8 - compósito a base de resina PU com 20% carga Lignina

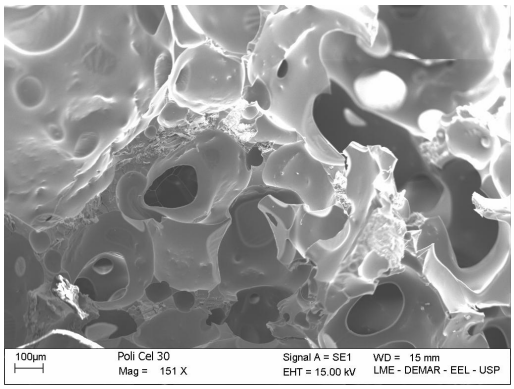


Figura 9 - compósito a base de resina PU com 30% carga celulose

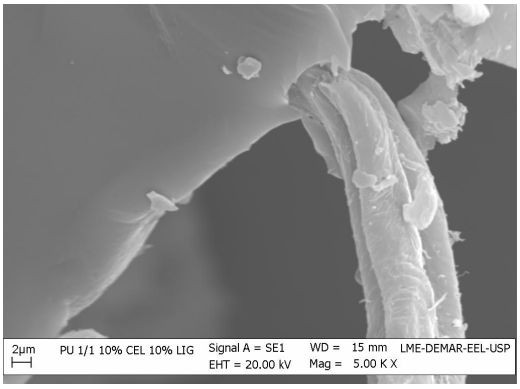


Figura 10 - compósito a base de resina PU com 20% carga Lignina

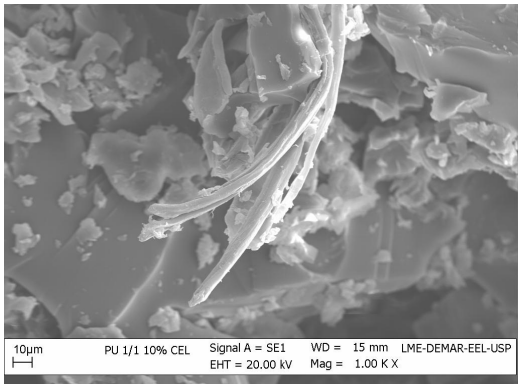


Figura 11 - compósito a base de resina PU com 30% carga celulose

A pesquisa realizada com o público alvo verificou-se que estas sandálias são utilizadas em momentos de lazer como em piscinas, praia, parques ou tarefas cotidianas como em supermercados e com maior frequência na estação do verão (gráfico 1).

O tempo de utilização desses calçados é em média 4 horas/dia, sendo que a maior parcela das entrevistadas utilizam este produto duas vezes na

semana. A durabilidade desses produtos segundo a enquete gira em torno de um ano, sendo que as consumidoras adquirem até três pares de rasteira por ano e habitualmente utilizam até dois pares em seu dia-a-dia.

No gráfico 2 observa-se a relação ao desconforto, grande parcela já sentiu com predominância na planta do pé (parte de baixo).

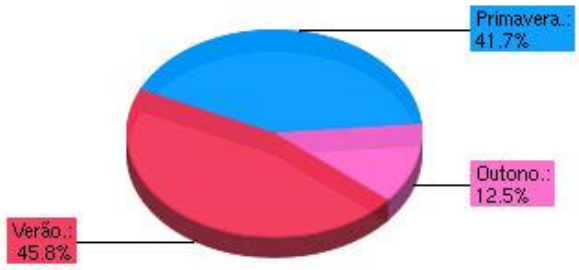


Figura 12 – Utilização das Rasteiras de acordo com as estações do ano

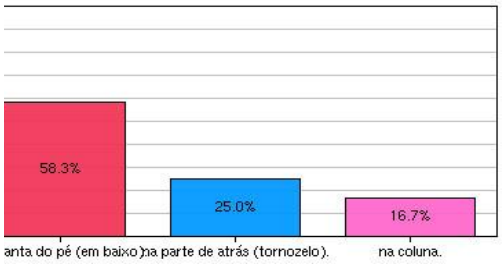


Figura 13 – Desconforto sentido nas regiões inferiores.

Verificou-se que quanto aos produtos “ecossustentáveis” 100% das entrevistadas comprariam um produtos desse segmento e o que determinaria a compra para elas é o estilo do produto seguido dos meios de produção respeitando os aspesctos ambientais.

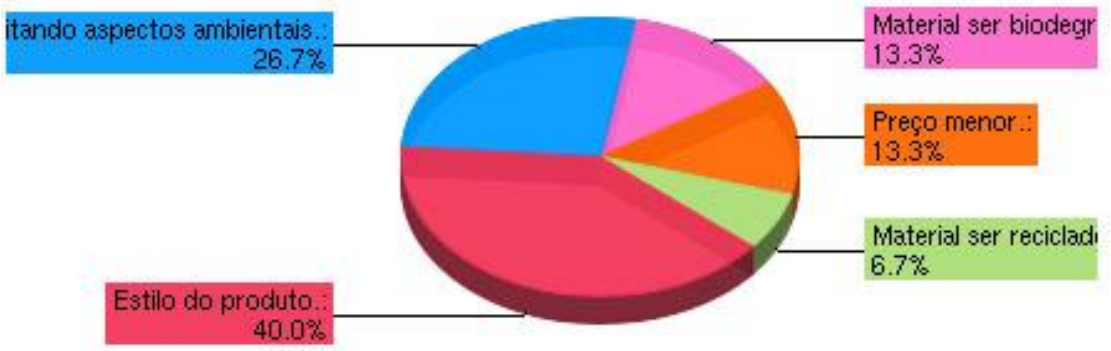


Figura 14 - Determinação na hora da compra de um produto ecossustentável

Considerações finais

A aplicação do material mostrou-se viável ao solado de rasteira e se justifica ao nível de desempenho que o calçado exige. O material é leve, possui boa resistência a abrasão, flexão, elevada capacidade de aplicação das texturas, baixocusto e facil manufatura.

Os nanocompósitos tem que ser vistos como fonte de inovação e criatividade aos designers, não se limitando a solução de problemas da engenharia de materiais. Agregar valor ao produto por meio de soluções estratégicas como as composições de resinas poliuretanas com fibras celulósicas.

A geração de alternativas foi realizada por meio das funções simbólicas (envolvendo valores culturais e símbolos compartilhados socialmente) e estéticas ligadas à percepção; a concepção do solado baseou no conceito *"É tão natural que você nem sente"*.

O maior desafio desse projeto é sistematizar a relação entre a engenharia de materiais e design com a proposta final de garantir ao usuário conforto, qualidade, beleza e tendência por meio de novos materiais e métodos de produção sustentável.

Agradecimentos:

Os pesquisadores agradecem ao PIBIC – CNPq - FATEA pela concessão da bolsa de Iniciação Científica, sob o processo – 137900/2010-4.

Referências

Silva, E. S. A. Um Sistema Informacional e perceptivo de seleção de materiais com enfoque no design de calçados. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Rio Grande do Sul, 2005.

Naime, R; Robson, L. C. Correlação entre as variáveis da pesquisa com materiais e processos de baixo impacto ambiental no desenvolvimento e produção de calçados, Revista INGEPRO 2008. p.1255-1258, 2003.

Borchardt, M.; Poltosi L. A. C.; Sellitto M. A.; Pereira G. M. Considerações sobre ecodesign: um estudo de caso na indústria eletrônica automotiva. Revista Ambiente & Sociedade, vol.11 no.2 Campinas 2008.

Manzini, E; Vezzoli, C. O desenvolvimento de Produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

Venzke, C. A *Situação do ecodesign em empresas moveleiras da Região de Bento Gonçalves - RS*: análise das posturas e práticas ambientais. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pós-graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do SUL, Porto Alegre. 2002.

Abu-Sharkh, B.F., Hamid, H. Degradation study of date palm fibre/polypropylene composites in natural and artificial weathering: mechanical and thermal analysis. Polymer Degradation and Stability, v.85, n.3, p.967 973, 2004.

Fales, C.J.T., Acevedo, R. Química da celulose, Apostila do ICIDCA, 1988.

Frisoni, G.; et al. Natural cellulose fibers: heterogeneous acetylation kinetics and biodegradation behavior. Biomacromolecules, v.2, p.476-482, 2001.

Botelho, E.C.; Rezende, M.C. Caracterização mecânica de compósitos de poliamida/fibra de carbono via ensaios de cisalhamento interlaminar e de mecânica da fratura. Polímeros: Ciência e Tecnologia, v.12, n.3, p.153-163, 2002.

Klemm, D., Philipp, B., Heinze, T., Heinze, U., Wagenknecht, W., Comprehensive Cellulose Chemistry, Vol 2, Functionalization of Cellulose, WILEY-VCH, Weinheim, 1998.

QUADRO PARA BICICLETA EM ACRÍLICO

Rafael de Paula Guimarães

Faculdades Integradas Teresa D'Ávila - FATEA

Resumo

A bicicleta é caracterizada como meio de locomoção é muito conhecida no ambiente urbano, mas nunca foi tão importante o seu uso pelo fato dos outros meios de transportes causarem poluição devido à queima de combustível. Sendo assim, o objetivo desse projeto é desenvolver um quadro para bicicleta usando como material o acrílico agregando valor a esse transporte e tornando-o atraente para ser usado como primeira opção em locomoções rápidas descartando a utilização de automóveis. O seu desenvolvimento prevê estudos sobre resistência mecânica, segurança, estética e custo. Para isso os métodos adotados para a elaboração do projeto são: Levantamento de dados, Pesquisa de Mercado, análise do comportamento mecânico do acrílico mediante o uso do aplicativo SolidWorks[4] e a aplicação de ferramentas qualitativas e quantitativas, como: QFD *Quality Function Deployment*[5]. Pretende-se obter um produto que apresente custo baixo e alto valor agregando em termos de Design e usabilidade.

Palavras-chaves: Bicicleta Urbana – Design – Acrílico

Abstract

As everyone knows the bicycle as a means of locomotion is well known in the urban environment, but has never been so important because their use of other means of transport cause pollution due to burning of fuel. Thus, the goal of this project is to develop a framework for bicycle using the acrylic material as adding value to this transportation and making it attractive for use as first choice in fast locomotion discarding the use of cars. The development provides for studies of mechanical strength, safety, aesthetics and cost. For this the methods adopted for the preparation of the project are: analysis, market research, analysis of the mechanical behavior of acrylic through the use of the SolidWorks application and the application of qualitative and quantitative tools, such as QFD QualityFunction Deployment.The aim is to obtain a product having low cost and high value adding in terms of design and usability.

Keywords: Urban cycling – Design – Acrylic

[4] SolidWorks - Software paramétrico que auxilia o desenvolvimento de projetos especialmente na análise de esforços dinâmicos e estáticos.

[5] QFD - Ferramenta que tem como objetivo alcançar o enfoque da garantia da qualidade durante o desenvolvimento de produto e é subdividido em Desdobramento da Qualidade (QD) e Desdobramento da Função Qualidade no sentido restrito (QFDr), (CHENG; MELO FILHO, 2007).

Introdução

Atualmente o Brasil encontra-se em terceiro lugar no *ranking* de maior pólo de produção de bicicletas no mundo com 5,7 milhões de unidades, ficando atrás somente da Índia 11,9 milhões e China 80,7 milhões, segundo dados estatísticos da ABRACICLO[6] (2010).

		Unid. em milhões	%	% acum
1	China	80,7	65%	66%
2	India	11,9	10%	76%
3	Brasil	5,7	5%	81%
4	Taiwan	5,2	4%	84%
5	Alemanha	3,3	3%	87%
6	Mexico	3,1	3%	89%
7	Itália	2,7	2%	92%
8	Japão	2,1	2%	93%
9	Vietnã	1,8	1%	95%
10	França	1,5	1%	96%
	Outros	5,8	5%	100%
	Total	**123,8**	**100%**	
	Ásia	**101,7**	**83%**	
	Europa	**10,4**	**8%**	
	Resto do Mundo	**10,8**	**9%**	

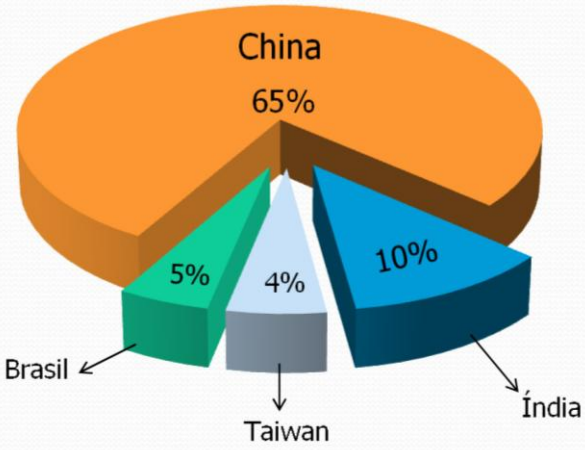


Figura 6 - Posição do Brasil em relação aos maiores fabricantes de bicicletas no mundo (ABRACICLO, 2010).

A produção no Brasil corresponde ao mesmo valor em consumo desse transporte, com 5,7 milhões de unidades espalhadas pelo território nacional, sendo que o seu uso está segmentado segundo a ABRACICLO 2010 em:

- 50% transportes gerais;
- 32% público infantil;
- 17% recreação e lazer;
- 01% esportes.

A projeção do mercado para 2012 é de 6,3 milhões de unidades. Sendo assim, já se sabe que o crescimento deste sistema de transporte é inevitável, devido também à maior qualidade de vida que a bicicleta agrega a população em termos de qualidade do ar e saúde física. Mesmo com o seu uso maior voltado ao transporte, sua maior produção está associada ao modelo *Mountain Bike,* 61,8% em relação aos modelos de bicicletas de Transporte, 20%.

[6] ABRACICLO - Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclo Motores, Motonetas, Bicicletas e Similares.

Pretende-se, através deste projeto, propor um novo conceito estético e a aplicação de materiais não convencionais como forma de impulsionar as vendas da bicicleta.

Evolução Histórica da Bicicleta (linha do tempo)

Decorrente de estudos feitos sobre a evolução da bicicleta, não se sabe o certo quando foi que ocorreu a sua origem, já que por um lado dizem que foi inventada por Leonardo Da Vinci, e outros por Conde Sirvac, porém há relatos de sua representação na Babilônia, Pompéia e Egito.

Teremos como base os estudos realizados por ALVES (1972), RUACK (1981), BUSTO (1989), e SILVA (1992), descritos por PEQUINI (2000), que demonstram similaridade em suas pesquisas, representadas pela Linha do Tempo (Figura 2).

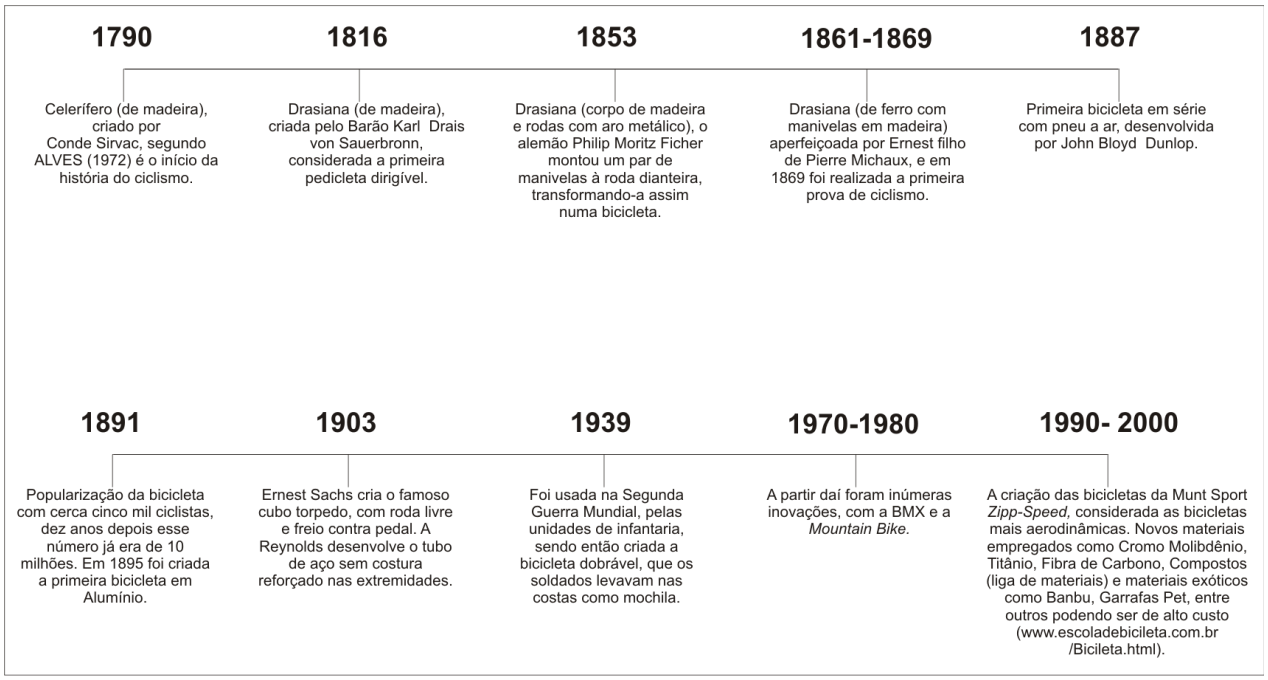

1790
Celerífero (de madeira), criado por Conde Sirvac, segundo ALVES (1972) é o início da história do ciclismo.
1816
Drasiana (de madeira), criada pelo Barão Karl Drais von Sauerbronn, considerada a primeira pedicleta dirigível.
1853
Drasiana (corpo de madeira e rodas com aro metálico), o alemão Philip Moritz Ficher montou um par de manivelas à roda dianteira, transformando-a assim numa bicicleta.
1861-1869
Drasiana (de ferro com manivelas em madeira) aperfeiçoada por Ernest filho de Pierre Michaux, e em 1869 foi realizada a primeira prova de ciclismo.
1887
Primeira bicicleta em série com pneu a ar, desenvolvida por John Bloyd Dunlop.
1891
Popularização da bicicleta com cerca cinco mil ciclistas, dez anos depois esse número já era de 10 milhões. Em 1895 foi criada a primeira bicicleta em Alumínio.
1903
Ernest Sachs cria o famoso cubo torpedo, com roda livre e freio contra pedal. A Reynolds desenvolve o tubo de aço sem costura reforçado nas extremidades.
1939
Foi usada na Segunda Guerra Mundial, pelas unidades de infantaria, sendo então criada a bicicleta dobrável, que os soldados levavam nas costas como mochila.
1970-1980
A partir daí foram inúmeras inovações, com a BMX e a *Mountain Bike*.
1990- 2000
A criação das bicicletas da Munt Sport *Zipp-Speed,* considerada as bicicletas mais aerodinâmicas. Novos materiais empregados como Cromo Molibdênio, Titânio, Fibra de Carbono, Compostos (liga de materiais) e materiais exóticos como Banbu, Garrafas Pet, entre outros podendo ser de alto custo (www.escoladebicileta.com.br /Bicileta.html).

Figura 7 - Linha do Tempo

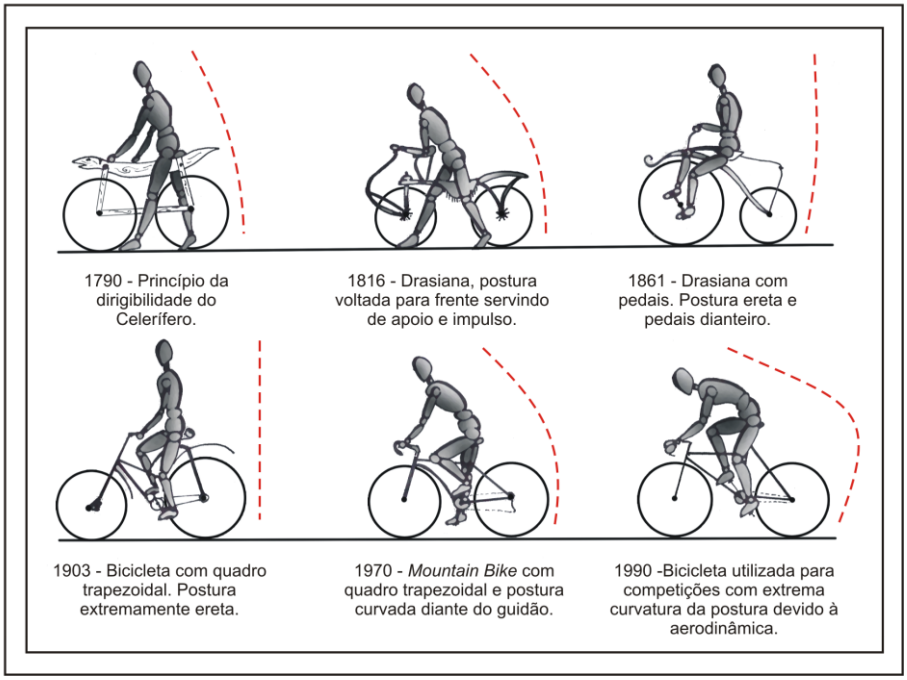

1790 - Princípio da dirigibilidade do Celerífero.
1816 - Drasiana, postura voltada para frente servindo de apoio e impulso.
1861 - Drasiana com pedais. Postura ereta e pedais dianteiro.
1903 - Bicicleta com quadro trapezoidal. Postura extremamente ereta.
1970 - Mountain Bike com quadro trapezoidal e postura curvada diante do guidão.
1990 -Bicicleta utilizada para competições com extrema curvatura da postura devido à aerodinâmica.

Figura 8 – Evolução da Postura

Observando a evolução, na linha do tempo (Figura 2), percebe-se que houve um crescimento no uso do equipamento até tornar-se extremamente popular nos dias de hoje, e sua inovação é devido à busca de melhoria estética, ergonômica e aumento do seu desempenho. Com uma característica marcante do ciclista curvado diante do quadro e do guidão, esse padrão é o que tem mais aceitação no mercado, sendo que outros modelos quase não entram em produção ou até mesmo são não aceitos pelos usuários (Figura 3).

OBJETIVOS

Geral

Desenvolver um modelo conceitual de quadro de bicicleta que atenda as exigências do mercado e as necessidades do consumidor.

Específico

O quadro será desenvolvido usando como material o Acrílico, que tornará a bicicleta um objeto mais atraente e com um novo valor agregado decorrente do novo material empregado.

Operacional

O design inovador e conceitual irá viabilizar ainda mais a bicicleta como opção ao transporte rápido, barato e ambientalmente adequado.

METODOLOGIA

Os critérios estabelecidos para o desenvolvimento do projeto utilizarão os seguintes procedimentos metodológicos.

- Problematização;
- Levantamento de dados;
- Resistência dos materiais;
- Estudos Ergonômicos;
- *Quick-Rendering*;
- Desenho Técnico;
- Modelo Volumétrico;
- Apresentação.

PROBLEMATIZAÇÃO

Reconhecimento do Problema

Em síntese o problema encontrado está associado a desconsideração do acrílico como estrutura nas bicicletas, ou seja, na definição correta das dimensões e tipo de acrílico adequando-o as exigências desse transporte. Possuindo boa resistência e um ótimo acabamento estético o acrílico tem sido usado nas mais diversas aplicações, como: indústrias automobilística e civil.

Delimitação do Problema

Material;
Design.

FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Material

Os materiais utilizados na maioria dos quadros das bicicletas atuais são de aço comum. Os de mais desempenho são os de liga de: alumínio, titânio e fibra de carbono, pois, possuem boa resistência ao impacto e baixo peso. Raramente em produção industrial e mais comum em fabricações artesanais

são os quadros confeccionados com materiais orgânicos e recicláveis, como é o caso do bambu e garrafa PET (ESCOLA DE BICICLETA 2010)[7].

Design

O design das bicicletas estão associados a performance e tipo de material, assim existem certas limitações formais. Em geral, o veículo ciclomotor tem sua estrutura definida por tubos circulares, elípticos ou trapezoidais. Desta maneira, a aparência torna-se muito semelhante entre as diferentes marcas, limitando a possibilidade de novos conceitos formais. Além disto, existem as questões de acabamento, limitado a pintura ou pigmentação na própria matéria prima, como é o caso da Fibra de Carbono.

LEVANTAMENTO DE DADOS

Ficha de Similares

O levantamento de similares tem por objetivo identificar diferentes produtos de maneira que as informações e conceitos de cada um deles possam colaborar para a elaboração de uma proposta no desenvolvimento do projeto.

Sendo assim, para o estudo dos similares foram selecionados oito modelos de bicicletas conceituais e urbanas, que possuem design e materiais com aspectos relevantes à proposta inicial deste projeto.

A apresentação dos similares irá se dividir em dois grupos:

- Bicicletas urbanas convencionais

As bicicletas urbanas convencionais serão analisadas por fornecerem informações categóricas e importantes para o desenvolvimento das alternativas do projeto, como dimensões e padrões adotados pelas indústrias de ciclismo.

- Bicicletas Conceituais.

As bicicletas conceitos, mesmo algumas não sendo industrializadas, serão analisadas por conter inovações em suas formas, geralmente diferenciadas e informações estéticas sobre os produtos.

[7] ESCOLA DE BICICLTA – site institucional dirigido a todos os interessados pela bicicleta e seu universo, 2010. Disponível em: <www.escoladebicicleta.com.br> Acesso em: 16 de Agosto de 2010

- BICICLETAS URBANAS CONVENCIONAIS E CONCEITUAIS

Similar 01

Figura 9 – Bicicleta Barra Circular FI
Fonte: MONARK

Fabricante:	Monark (Brasil)
Modelo:	Barra Circular FI
Rodas:	26” Aço Cromado
Tamanho do Quadro:	Não informado
Peso:	20,9 kg
Número de Marchas:	1 velocidade
Quadro Material:	Aço carbono
Altura sugerida do Ciclista:	1,60cm a 1,80cm
Preço médio:	R$ 390,00

Similar 02

Figura 10 – Bicicleta TRS
Fonte: CALOI

Fabricante:	Caloi (Brasil)
Modelo:	TRS
Rodas:	26”alumínio preto
Tamanho do Quadro:	19”
Peso:	Não informado
Número de Marchas:	21 velocidades
Quadro Material:	Alumínio
Altura sugerida do Ciclista:	1,50cm a 1,80cm
Preço médio:	R$ 600,00

Similar 03

Figura 6 – Columbus 18s
Fonte: SUNDOWN

Fabricante:	SUNDOWN (Brasil)
Modelo:	Columbus 18s
Rodas:	26” alumínio
Tamanho do Quadro:	28”
Peso:	9,7 kg
Número de Marchas:	18 velocidades
Quadro Material:	Alumínio
Altura sugerida do Ciclista:	1,60cm a 1,80cm
Preço médio:	R$ 1.500,00

Similar 04

Figura 7 – Smeraldo
Fonte: BIANCHI

Fabricante:	Bianchi (França)
Modelo:	Smeraldo
Rodas:	28” alumínio
Tamanho do Quadro:	28” alumínio
Peso:	Não informado
Número de Marchas:	18 velocidades
Quadro Material:	Alumínio

	Altura sugerida do Ciclista: 1,50cm a 1,80cm **Preço médio:** EUR 732,00

Similar 05

Figura 11 – Bicicleta Barra Circular FI
Fonte: MONARK

Fabricante: PEUGEOT (França)
Modelo: VAE (HÍBRIDA)
Rodas: 26”
Tamanho do Quadro: Não informado
Peso: 29,1 kg (com bateria)
Número de Marchas: 3 velocidades
Quadro Material: Alumínio
Altura sugerida do Ciclista: Não Informado
Preço médio: EUR 2.290,00

Similar 06

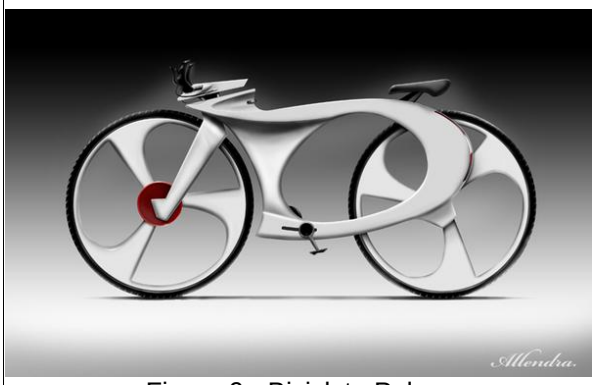


Figura 9 - Bicicleta Polygon
Fonte: BEHANCE

Fabricante: Não comercializado
Designer: Reindy Allendra
Modelo: *Polygon* com *Ipod* integrado
Rodas: Não informado
Tamanho do Quadro: Não informado
Peso: Não informado
Número de Marchas: 1 velocidade
Quadro Material: Não informado
Altura sugerida do Ciclista: Não informado
Preço médio: Não comercializado

Similar 07

Figura 12 – Bicicleta Nulla
Fonte: BRADFORD WAUGH DESIGN

Fabricante: Não comercializado
Designer: Bradford Waugh
Modelo: Nulla

Similar 08

Figura 13 – BK1
Fonte: THECOOLIST

Fabricante: Não comercializada
Modelo: BK1
Designer: Peugeot
Rodas: Não Informado
Tamanho do Quadro: Não Informado

Rodas:	Não informado	**Peso:**	Não informado
Tamanho do Quadro:	Não informado	**Número de Marchas:**	Não Informado
Peso:	Não informado	**Quadro Material:**	Carbono
Número de Marchas:	1 velocidade	**Altura sugerida do Ciclista:**	Não Informado
Quadro Material:	Não informado	**Preço médio:**	Não Comercializado
Altura sugerida do Ciclista:	Não informado		
Preço médio:	Não comercializado		

Considerações finais

De acordo com o andamento do projeto, sua continuidade prevê o termino do estudo dos similares, analise do mesmo e sua síntese que junto a pesquisa de mercado iram gerar uma síntese ampla para a geração de alternativas que junto aos estudos ergonômicos iram consolidar o modelo final deste projeto.

Referência

PEQUINI, S. Mariño. A evolução tecnológica da bicicleta e suas implicações ergonômicas para a máquina humana: problemas na coluna vertebral x bicicletas dos tipos Speed e Mountain bike. 2000. Dissertação de Mestrado FAU/USP, São Paulo, 2000.

INDAC, Instituto Nacional para desenvolvimento do Acrílico: 2010, Disponível em: <www.indac.org.br> Acesso em: 05 de Junho de 2010.

ABRACICLO Web Site. Disponível em <http://abraciclo.com.br/>. Acesso em: 15 de Abril, 2010.

Escola da Bicicleta Web Site. Disponível em http://www.escoladebicicleta.com.br/historiadabicicleta.html>. Acesso em: Acesso em: 25 de Maio, 2010.

CALOI Web Site. Disponível em <http://www.caloi.com.br>. Acesso em: Acesso em: 20 de Julho, 2010.

Monark Web Site. Disponível em <http://www.monark.com.br>. Acesso em: Acesso em: 20 de Julho, 2010.

SUNDOW Web Site. Disponível em <www.sundownnet.com.br/site/bikes/www/produtos.asp?a=bikes&sa=top_columbus18s>. Acesso em: Acesso em: 16 de Agosto, 2010.

BIANCHI Web Site. Disponível em <www.bianchi.com/Global/Bikes/Bikes_Compare.aspx>. Acesso em: Acesso em: 16 de Agosto, 2010.

PEOGEOT BIKE Web Site. Disponível em <www.peugeot.fr/cycles/choisir-son-velo/gamme/velos-electriques/velo-assistance-electrique/>. Acesso em: Acesso em: 16 de Agosto, 2010.

BEHANCE Web Site. <www.behance.net/Miradesign>. Acesso em: Acesso em: 10 de Agosto, 2010.

BRADFORD WAUGH DESIGN Web Site. <http://bradfordwaughdesign.com/index.php?/project/nulla-bike/>. Acesso em: Acesso em: 10 de Agosto, 2010.

THECOOLIST Web Site. < www.thecoolist.com/peugeot-b1k-bicycle-concept/>. Acesso em: Acesso em: 16 de Agosto, 2010

APLICAÇÃO DA FERRAMENTA DA QUALIDADE "GUT" NO DESENVOLVIMENTO DE GERADOR EÓLICO PARA APLICAÇÃO URBANA

Cristiano Augusto Cunha Silva
Rosinei Batista Ribeiro
Fernanda R. G. Augusta

Faculdades Integradas Teresa D'Ávila – FATEA

Resumo

O projeto consiste na criação de um gerador eólico, comercializado em forma de kit, de montagem fácil e segura, de baixo custo para ser aplicado em ambiente urbano, com novas idéias em designer e sugestões de aplicabilidade residencial, gerando um sistema sustentável e contribuindo para economia de energia elétrica.

Palavras-chave: Design, Materiais, Ecodesign.

Abstract

The project consists in the creation of a wind generator, comercialized in the form of a kit, with easy and safe assemble, with low cost to be applied in an urban environment, with new ideas in design and suggestions of residential applicability , generating a sustainable system and contribuiting to a eletric energy saving.

Keywords Design, Materials, Ecodesign.

Introdução

O mercado nacional encontra-se carente em relação a turbinas eólicas de pequeno porte. Contudo, é possível encontrarmos, em grande escala, essa tecnologia para uso comercial.

A proposta apresentada visa adequar, esteticamente e funcionalmente, as turbinas eólicas de grande porte para turbinas eólicas de pequeno porte, trazendo para o ambiente urbano, a necessidade de suprir a demanda residencial de energia elétrica.

Para tal, será abordado conceitos sobre, circulação dos ventos por meio os seguintes parâmetros:

- Conceitos de ventos;
- Força de coriolis;
- Circulação geral dos ventos;
- Tipos de ventos;

Assim como conceitos de energia, valores de consumo diários de uma residência, estudo de similares, através de uma abordagem critica dos parâmetros técnicos.

De acordo com Custódio (2009, p. 54), a turbina eólica é a máquina que capta a energia cinética existente no vento e a transforma em energia mecânica, elétrica ou outra, de acordo com o tipo de turbina. Uma turbina eólica também pode receber o nome de cata-vento ou moinho, sendo utilizada neste trabalho a nomenclatura, turbina eólica ou gerador eólico.

Justificativa

Com o crescimento do consumo por eletricidade, é fato que cada vez mais precisamos elevar a infra-estrutura de modo a suprir a demanda urbana.
Assim, a proposta de desenvolvimento, de uma turbina eólica residencial se justifica, na busca de novas alternativas para a sanar este crescimento, visando uma menor intervenção no meio ambiente.

“A energia eólica é uma alternativa limpa e renovável para produção de energia eletrica, com baixo impacto ambiental. Esta fonte tem seu aproveitamento crescente no mundo, especialmente na Europa, estimulado pela grande aceitação social e pelos estímulos governamentais” [8]

Objetivo

Projeto de turbina eólica para geração de energia limpa e de baixo custo em centros urbanos.

Objetivo Específico

Desenvolver um gerador eólico para ambiente urbano, de fácil instalação e manutenção.
Ser funcional e capaz de gerar energia para edificações;
Ser de fácil instalação e manutenção;

8 - Custódio, Ronaldo dos Santo - Energia eólica Rio de Janeiro : Eletrobrás, 2009.

Metodologia

Aplicando a metodologia de projeto, para análise de similares, por meio de material disponível em sites, analisando informações como estrutura, forma e dimensões dentre outras, com auxilio da ferramenta de gestão da qualidade GUT (Gravidade, Urgência e Tendência), identificando parâmetros relevantes dentre cada modelo avaliado.

Modelo alternativo em escala para avaliação de estética de projeto, lançando mão de software, como solidworks para avaliação da aerodinâmica em modelo virtual.

1 - Revisão de literatura especifica sobre energia eólica, principalmente livros e sites relacionados sobre o assunto;

2 – Sistematização;

3 - Levantamento de similares;

4 - Mapa de materiais e processos;

5 – Problematização;

6 – Projeto e fabricação;

Resultados

	Fabricante: Tangarie Alternative Power LLC. Origem: USA. Diametro do rotor: não fornecido. Velocidade mínima de vento: 3 m/s. Velocidade máxima de vento: 40m/s. Gerador: 10 kw. Peso: 200 Kg. Altura da turbina: 1 m.

Figura 01 – Galé
<http://www.tangarie.com/products/gale_wind_turbine_customization.php>.

Tabela 01 – analise de similar.

Figura 1 - Problemas	G	U	T	GxUxT	Observação
Velocidade mínima do vento	2	2	2	8	Velocidade do vento mínima de acionamento da turbina.
Diâmetro do rotor					

Altura da turbina	1	1	1	1	Adequada.
Facilidade de montagem	1	1	1	1	
Peso	4	5	5	100	Inadequado para utilização em telhados.
Sistema de fixação	1	1	1	1	Adequado.
Selocidade máxima do vento					
Acionamento de trava de segurança	5	4	4	80	Falta de acionamento de trava mecânica.
Ruído	3	3	5	45	A partir de 45 dB pode causar interferência em uma conversa.

G: Surgirão mais problemas caso a solução não aconteça ou demore? 1 a 5.
U: O prazo para solução é 5 - Urgente 4 - Rápido, 3 - Médio, - 2 Posso Aguardar, - 1 Longo Prazo.
T: Se não resolvido, o problema tende a piorar ou a trazer prejuízos? 1 a 5
Total: Calcula-se a multiplicação de G x T x U.

Parâmetros Positivos

Velocidade mínima de vento para acionamento da turbina se encontra dentro dos parâmetros de projeto, altura total da turbina adequada ao tipo de aplicação proposta, evitando com isso uma intervenção de estética visual no ambiente.

Parâmetros negativos

Possui peso excessivo dificultando sua instalação em alguns tipos de talhados, possui trava de segurança com acionamento manual, o que pode ocasionar acidentes no momento de manutenção.
Devido a falta de informação sobre emissão de ruídos nos demais similares, esta será desconsiderada nesta avaliação.

Fabricante: Cleanfield Energy.
Origem:
USA.

Diametro do rotor: 2,75 m.
Velocidade mínima de vento: 3 m/s.
Velocidade máxima de vento: 10 m/s.
Gerador: 4.5 kw.
Peso: 245 Kg.
Altura da turbina: 3 m.

Figura 02 – VAWT - <http://www.cleanfieldenergy.com/site/sub/p_we_overview.php>.

Tabela 02 – analise de similar.

Figura 2 - Problemas	G	U	T	GxUxT	Observação
Velocidade mínima do vento	1	1	1	1	Velocidade do vento para mínima de acionamento da turbina.
Diâmetro do rotor	3	3	2	18	Adequado.
Altura da turbina					
Facilidade de montagem	4	5	4	80	Pouca dificuldade de montagem.
Peso	5	5	5	125	Inadequado para utilização em alguns tipos de telhados.
Sistema de fixação	5	5	5	125	
Velocidade máxima do vento	1	1	1	1	Adquado.
Acionamento de trava de segurança	5	5	5	125	Falta de acionamento de trava mecânica.
Ruído	1	1	1	1	A partir de 45 dB pode causar interferência em uma conversa.

G: Surgirão mais problemas caso a solução não aconteça ou demore? 1 a 5.
U: O prazo para solução é 5 - Urgente 4 - Rápido, 3 - Médio, - 2 Posso Aguardar, - 1 Longo Prazo.
T: Se não resolvido, o problema tende a piorar ou a trazer prejuízos? 1 a 5
Total: Calcula-se a multiplicação de G x T x U.

Parâmetro Positivos

Velocidade mínima de vento para acionamento da turbina se encontra dentro dos parâmetros de projeto, diâmetro do rotor dentro dos parâmetros de projeto evitando a necessidade de uma maior área para instalação.

Parâmetros negativos

Possui peso excessivo dificultando sua instalação em alguns tipos de talhados, não possui trava de segurança, o que pode ocasionar acidentes no momento de manutenção.
Devido a falta de informação sobre emissão de ruídos nos demais similares, esta será desconsiderada nesta avaliação.

Fabricante: Windspire Technology.
Origem: USA.

Diametro do rotor:
Velocidade mínima de vento: 3.8 m/s.
Velocidade máxima de vento: 47 m/s.
Gerador: 1.2 kw.
Peso: 283 Kg.
Altura da turbina: 9.1 m.

Figura 03 – WINDSPIRE 200 <http://windspireenergy.com/windspire/photos-and-videos>.

Tabela 03 – analise de similar.

Figura 3 - Problemas	G	U	T	GxUxT	Observação
Velocidade mínima do vento	1	1	1	1	Funcionamento com baixa velocidade de vento.
Diâmetro do rotor					
Altura da turbina	5	5	5	125	Altura inadequada para algumas instalações.
Facilidade de montagem	3	4	3	36	Inadequado.
Peso	3	4	3	36	Inadequado.
Sistema de fixação					
Velocidade máxima do vento	1	1	1	1	Velocidade máxima de segurança adequada.
Acionamento de trava de segurança					
Ruído					

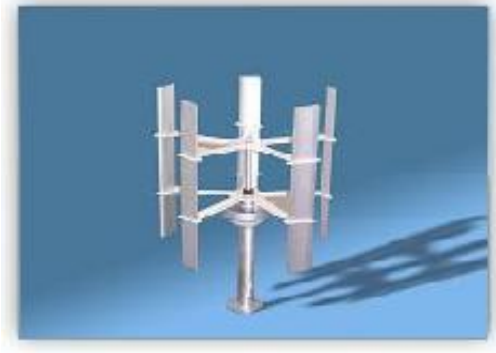
G: Surgirão mais problemas caso a solução não aconteça ou demore? 1 a 5.
U: O prazo para solução é 5 - Urgente 4 - Rápido, 3 - Médio, - 2 Posso Aguardar, - 1 Longo Prazo.
T: Se não resolvido, o problema tende a piorar ou a trazer prejuízos? 1 a 5
Total: Calcula-se a multiplicação de G x T x U.

Parâmetro Positivos

Velocidade mínima de vento para acionamento da turbina se encontra dentro dos parâmetros de projeto, sua velocidade máxima de vento para funcionamento é considerada adequada, devido a grande variação na direção e velocidade dos ventos encontradas no ambiente urbano.

Parâmetros negativos

Sua altura possibilita sua instalação apenas em solo ou grandes edificações, limitando sua aplicação.



Fabricante:SAWT.
Origem: China.

Diametro do rotor: 30 cm.
Velocidade mínima de vento: 4-20 m/s.
Velocidade máxima de vento: 40 m/s.
Gerador: DC 12v.
Peso: 2 Kg.
Altura da turbina: 30 cm.

Figura 04 – P-10 <http://www.sawt.com. cn/products.html>.

Tabela 04 – analise de similar.

Figura 4 - Problemas	G	U	T	GxUxT	Observação
Velocidade mínima do vento	2	2	2	8	Funcionamento com baixa velocidade de vento.
Diâmetro do rotor	1	1	1	1	Diâmetro total da turbina.
Altura da turbina	4	4	2	32	
Facilidade de montagem	2	2	2	8	Sistema de montagem de médio nível.
Peso	1	1	1	1	Adequado.
Sistema de fixação					
Velocidade máxima do vento	2	3	2	12	Adequado.
Acionamento de trava de segurança	5	5	5	125	Falta de acionamento de trava mecânica.
Ruído					

G: Surgirão mais problemas caso a solução não aconteça ou demore? 1 a 5.
U: O prazo para solução é 5 - Urgente 4 - Rápido, 3 - Médio, - 2 Posso Aguardar, - 1 Longo Prazo.
T: Se não resolvido, o problema tende a piorar ou a trazer prejuízos? 1 a 5
Total: Calcula-se a multiplicação de G x T x U.

Parâmetro Positivos

Velocidade mínima de vento para acionamento da turbina se encontra dentro dos parâmetros de projeto, possui diâmetro total, adequado ao tipo de aplicação, possibilitando uma ampla variedade de locais de instalação, sua estrutura extremamente leve facilita seu sistema de fixação, dispondo de poucos recursos para tal.

Parâmetros negativos

Sua velocidade máxima de vento para funcionamento, é considerado baixa o que pode vir a prejudicar seu funcionamento, uma vez que os ventos em ambientes totalmente urbano, tem sua variação elevada devido a rugosidade do terreno.

Trabalhos futuros

Com base nos estudo preliminares, observamos que os maiores problemas para aplicação de uma turbina eólica para ambiente urbano, está na relação peso e estrutura do equipamento, seguido os dados obtidos podemos definir uma abordagem de projeto, voltado a sanar ou amenizar, de forma parcial e total os parâmetros negativos encontrados.

Desenvolvimento de modelos virtual para estudos de aerodinâmica e resistência dos materiais, fabricação de protótipo para estudos de campo, avaliação do sistema de fixação, emissão de ruídos.

Estudo sobre análise de ciclo de vida

Estrutura de fixação, para atingir os objetivos deste projeto, sua estrutura deverá possibilitar uma fácil instalação sem a necessidade de maiores modificações estruturais, associado ao baixo peso da estrutura.

Desenvolvendo um produto que possua ampla aplicação com relação a estrutura de instalação, baixa emissão de ruídos, facilidade de montagem.

Aplicação e desenho preliminar

Tipos de aplicações previstas para este produto são, instalações residenciais, escolas e creches urbanas ou rurais, sistemas de iluminação publica, sendo instalada sobre postes, iluminação de praças e áreas de lazer publicas, contribuindo para diminuição do consumo oriundo dos sistemas tradicionais. Com base numa estrutura simplificada, de modo a atender aos requisitos estipulados no projeto.

Gerador Eólico Urbano

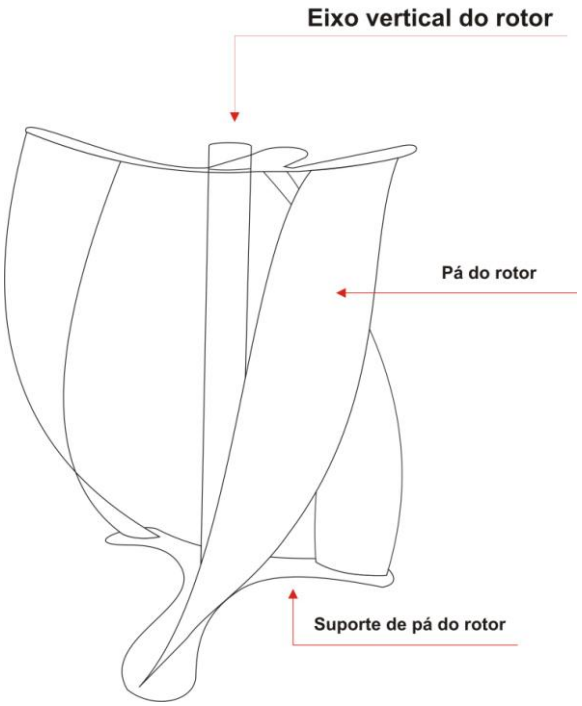


Figura 05 – Alternativa selecionada.

Considerações finais.

Aplicação de conceitos de design agregando valor ao produto através do estudo e aplicação de materiais.

Utilização de matérias compósitos oriundos de reciclagem/reaproveitamento.

Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), para impacto ambiental associado ao produto e atividade durante seu ciclo de vida.

REFERÊNCIAS

Albadó, Ricardo. Energia Eólica – São Paulo: Artliber Editora, 2002.

Custódio, Ronaldo dos Santos. Energia Eólica para produção de energia elétrica. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2009.

Moraes, Anamaria. Ergonomia: conceitos e Aplicações. Edição 4, Rio de Janeiro: Editora 2ab, 2010.

Ventura, Bruna. Primeiros passos sustentáveis. Revista Ciência Hoje – Rio de Janeiro. Vol. 46. nº. 271. pag. 54. 2010.

Energia Eólica: Introdução. Perspectiva histórica.pdf Disponível em: <http://www.ineti.pt> Acesso em: 06/05/2010.

PANORAMA DO SETOR DE GEMAS E MATERIAIS GEMOLÓGICOS DO RIO GRANDE DO SUL

Mariana Pohlmann de Oliveira
Taiane Rodrigues Elesbão
Cristine Bassols Raseira
Carlos Edmundo de Abreu e Lima Ipar
Lauren da Cunha Duarte
Wilson Kindlein Junior
Ney Francisco Ferreira
Juliano Tonezer da Silva

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Resumo

Este trabalho apresenta um estudo realizado acerca da exploração e destinação de materiais gemológicos em quatro municípios do Rio Grande do Sul: Mata, São Pedro do Sul, Ametista do Sul e Salto do Jacuí. O estado é considerado como a segunda província mineral de maior expressão em produção de gemas em nível nacional, principalmente pela grande produção de ametista e ágata. Grande parte desse material é comercializada na forma bruta ou como produtos minimamente processados, sem que haja a agregação de valor ao referido material. Desta forma, torna-se de fundamental importância a participação do designer no desenvolvimento de novas formas de valorização desses materiais e na criação de objetos diferenciados.

Palavras-chave: extração; exportação; material gemológico.

Abstract

This work presents a study based on the exploration and destination of gemological material in four cities of Rio Grande do Sul: Mata, São Pedro do Sul, Ametista do Sul and Salto do Jacuí. The state is considered as the second largest mineral province expression in gems production at the national level, mainly by the mass production of amethyst and agate. Most part of this material is commercialized in raw form or as minimally processed products, not adding value to the material. Therefore, it is of fundamental importance the designer's participation on the development of new forms of valorization of this material and the creation of differentiated objects.

Keywords: *extraction; exportation; gem material*.

1. Introdução

Este trabalho teve início a partir de uma excursão, realizada com alunos e professores do Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul para os municípios gaúchos de Mata, São Pedro do Sul, Ametista do Sul e Salto do Jacuí.

A visita às cidades Mata e São Pedro do Sul teve como finalidade conhecer as madeiras petrificadas. Os municípios, localizados a aproximadamente 340 km de Porto Alegre, destacam-se por possuir a maior reserva de fósseis vegetais do planeta, contribuindo de maneira significativa para o estudo da paleontologia mundial. Em Mata, mais especificamente, foram vistos os Sítios Paleobotânicos e observadas as "Florestas Petrificadas", onde ocorrem troncos fossilizados em diversos afloramentos.

O município de Ametista do Sul, que fica a 450 km de Porto Alegre, pertence à Microrregião de Frederico Westphalen, conhecida como a capital mundial de ametista. No local existem centenas de garimpos para extração do material gemológico que dá nome à cidade. Hoje muitas destas minas encontram-se desativadas. É importante frisar que todas elas ocorrem no mesmo nível de elevação. Este patamar corresponde a um derrame de rochas basálticas mineralizadas à ametista.

Em Salto do Jacuí, o propósito foi a visitação ao local onde ocorre a extração de ágatas. A cidade localiza-se a 284 km de Porto Alegre e tem sua economia baseada na agropecuária, na mineração e na geração de energia elétrica. Como característica principal apresenta umas das maiores jazidas de ágata de que se têm conhecimento.

2. Materiais Gemológicos

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (IBGM), o Brasil é internacionalmente reconhecido pela diversidade e extração de minerais. Esta vasta ocorrência de matéria-prima permite ao país grandes oportunidades de crescimento principalmente no setor de extração, mineração e exportação de gemas e produtos confeccionados com o material.

O Rio Grande do Sul se destaca pelos enormes depósitos de ametista e ágata, sendo, no Brasil, o principal exportador desses minerais[9]. A ocorrência dessas gemas está associada com rochas vulcânicas da Formação Serra Geral. O vulcanismo Serra Geral é representado atualmente por um pacote de rochas com um volume superior a 800.000 km^3 e com espessuras que variam de poucos metros e atingem 1.700 m no depocentro da bacia. Dentre as rochas vulcânicas ocorrem predominantemente basaltos e basaltos andesíticos (>95 vol. %) e riodacitos a riolitos (~ 4 vol. %) (Bellieni et al. 1984). Entretanto, a exportação ainda é caracterizada pela comercialização de pedras brutas e produtos minimamente processados, agregando pouco valor ao minério.

[9] Mensalmente, são produzidas de 300 a 400 toneladas de material bruto e a comercialização chega a atingir, anualmente, US$ 20.000.000,00.

Segundo Hélio Angelo Lodi, ex-presidente do SINDIPEDRAS[10], o estado, nas últimas duas décadas, conquistou destaque no cenário internacional de comércio de pedras preciosas, movimentando um índice elevado no volume de exportações. Desta forma, o segmento da economia voltado para o garimpo, industrialização e comercialização ultrapassou os limites do território brasileiro.

Atualmente, o Rio Grande do Sul é responsável por 46% das exportações de gemas e materiais gemológicos no Brasil, sendo que a cidade de Soledade é responsável por 90% da exportação do estado. Por meio destes dados, nota-se a importância de medidas envolventes no setor da indústria e mineração, para que os empresários do ramo possam ampliar sua participação no mercado interno e externo.

Na Figura 1, é mostrado o mapa gemológico do Rio Grade do Sul, com a localização das peincipais ocorrências e jazidas bem como o bem mineral em cada uma delas. Os principais materiais gemológicos encontrados são a ágata e a ametista, além de madeira fóssil, cornalina, jaspe, serpentino, citrino, entre outras.

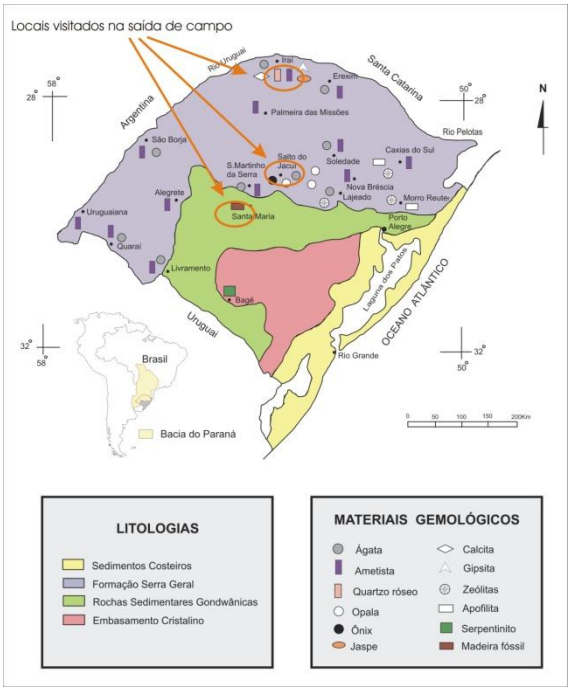


Figura 1: Mapa dos materiais gemológicos no Rio Grande do Sul. Em destaque (círculos vermelhos) os locais visitados.

Modificado de Juchem et al. (2004).

2.1 Madeira Fóssil

[10] Sindicato Patronal que congrega a classe empresarial de pedras preciosas e industria joalheira do Rio Grande do Sul.

Além da significativa representação da explotação de geodos no Rio Grande do Sul frente à diversidade de materiais gemológicos nacional, o estado ainda conta com um dos mais importantes registros de lenhos fósseis do planeta (Sommer & Scherer, 1999). Conhecidas há algumas décadas, as "florestas petrificadas" abrangem os municípios de Mata e São Pedro do Sul e constituem um importante patrimônio científico-cultural (Figura 2).

Figura 2: Afloramento de madeiras petrificadas na cidade de Mata (RS).

Geralmente em estado natural, as madeiras fossilizadas são opacas e foscas, porém após polimento apresenta um brilho vítreo que ressalta as diferentes cores dispostas ao longo dos anéis de crescimento (Figura 3). Quando o material apresenta cores atraentes e poucas fraturas, o mesmo pode ser usado como material gemológico para uso ornamental ou mesmo como gema, porém, a madeira fossilizada é considerada um patrimônio fossilífero e sua comercialização está legalmente proibida.

A madeira fóssil é referida como material gemológico por Schumann (2006). As jazidas mais famosas ocorrem em Halbrook, Arizona, Estados Unidos, onde são encontrados troncos com até 65 metros de comprimento (Schumann, 2006). Neste local, houve um zonemaneto onde foram selecionadas áreas de interesse paleontológico e áreas de interesse gemológico.

Figura 3: Produtos desenvolvidos com madeira petrificada.

Extraída de Schumann (2006).

2.2 Ametista

Existem registros de ocorrência de jazidas de ametista em Birmânia, Índia, Canadá, Namíbia, Rússia, Sri Lanka, Estados Unidos, Madagáscar, México e Zâmbia. As jazidas mais importantes localizam-se no Brasil, destacando-se o Rio Grande do Sul e o Pará. No Rio Grande do Sul, a ametista é a mais importante das gemas produzidas no estado, presente em 64% dos jazimentos cadastrados. A região do Médio-Alto Uruguai, localizada ao norte do estado, foi denomidada por Santos *et al.* (1998) de Distrito Mineiro de Ametista do Sul (DMAS). Esta área é considerada o maior centro produtor de ametista do mundo[11], com aproximadamente trezentas e cinquenta áreas de garimpos concentradas nos municípios de Ametista do Sul, Planalto, Iraí e Frederico Westphalen (Branco & Gil, 2002, p.3).

O garimpo de ametista é feito em galerias horizontais subterrâneas com 2m de altura, 3m de largura e podem chegar a 200m de comprimento (Figura 4). Neste distrito mineiro, os geodos extraídos são cilíndricos alongados e, geralmente, preenchidos em parte por ágata e quartzo que gerada progressivamente para ametista. Esta pedra preciosa de coloração violeta é a mais apreciada do grupo do quartzo e, assim como a ágata, é constituída de óxido de silício (SiO_2).

[11] O DMAS é responsável por 80% das exportações destinadas a países como China, Taiwan, Hong Kong, Tailândia, Estados Unidos, Alemanha, Espanha e Itália (COOGAMAI, 2007).

Figura 4: Entrada das galerias subterrâneas no Distrito Mineiro de Ametista do Sul (RS).

No município de Ametista do Sul, após a extração dos geodos alojados na rocha, ocorre a seleção de materiais de boa qualidade que poderão passar por processo de tratamento térmico. No forno a ametista passa a citrino, variedade gemológica de quartzo de cor amarela (Figura 5). Por informações do garimpeiro, este tratamento térmico ocorre a uma temperatura de aproximadamente 400°C, por aproximadamente 2 a 3 horas. Pôde-se perceber que o tratamento dado às gemas é empírico, e vê-se grande quantidade de material submetido a tratamento térmico com resultados insatisfatórios, ou seja esbranquiçados.

Figura 5: Nas mãos do garimpeiro a ametista (coloração original) e o citrino obtido após o tratamento térmico.

2.3 Ágata

Existem jazidas de ágata no México, Rússia, Zimbábue, África do Sul, Austrália, Madagáscar, Estados Unidos e Índia. No Brasil, destacam-se os estados de Roraima, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraíba, São

Paulo, Paraná, Santa Catarina. Entretanto, os principais depósitos de ágata estão em uma área denominada de Distrito Mineiro de Salto do Jacuí (DMSJ)[12], localizada no centro do estado. Estes depósitos são explorados por meio de cavas a céu aberto e galerias horizontais subterrâneas (Figura 6).

Figura 6: Cata manual de ágata no Distrito Mineiro de Salto do Jacuí (RS).

No município de Salto do Jacuí, a extração é feita na superfície, sendo que as escavações já alcançam grandes profundidades e são de grandes dimensões. A frente de lavra, como é chamado o desbaste do terreno, é utilizado para desagregar o solo e separar os geodos de ágata. O solo que foi extraído da frente de lavra tem que ser retirado do local para que novas frentes se abram. Este solo é levado pelos caminhões a uma superfície mais elevada, criando grandes pilhas de rejeito.

Com o auxílio de uma retro escavadeira o solo vai sendo revirado. À medida que a máquina espalha o solo, os geodos são colados à mostra, e com o olhar treinado dos garimpeiros que trabalham no local, ocorre à seleção manual do geodo avistado no solo.

Os geodos que foram selecionados na frente de lavra, ainda passam por outras seleções mais específicas, as quais identificam a sua qualidade, tamanho e coloração. Estes geodos ficam reunidos em pilhas distintas de acordo com os critérios de seleção. De acordo com informações do proprietário, atualmente os geodos são separados em 21 classes distintas.

O material extraídos desta região apresentam formas arredondadas e elípticas e, geralmente, são totalmente preenchidos por ágata (Figura 7).

[12] Denominação feita por Santos *et al.* (1998).

Figura 7: Geodos de ágata.

Este mineral é constituído de óxido de silício (SiO_2) e como variedades de ágata, destacam-se, no Rio Grande do Sul, a cornalina, o ônix, a ágata dentrítica, a ágata orbicular e a ágata cênica e outras. A ágata possui cores acinzentas e o tingimento torna-se necessário a fim de concentrar sua estrutura e coloração.

3. Panorama do setor de beneficiamento de gemas e materiais gemológicos no RS

Dentre as gemas extraídas no estado, muitas são exportadas em bruto para serem beneficiadas ou tratadas em outros países, algumas são comercializadas como objetos de adorno, porém sem grandes inovações. Comparado ao volume de produção, percebe-se que o estado necessita de incentivo tecnológico e decisões que beneficiem economicamente a grande quantidade de rejeitos dos depósitos extraídos.

Ao término deste estudo de campo, feita a partir do olhar de designers, pôde ser observada a potencialidade dos materiais gemológicos que o Rio Grande do Sul possui. No caso de Mata e São Pedro do Sul, diferentemente das outras duas cidades visitadas cujo enfoque é a extração do material gemológico ali depositado, o interesse deve ser o de preservação dos locais onde se encontram os fósseis paleobotânicos. Pesquisas devem ser direcionadas a esta área, uma vez que são raríssimas as ocorrências deste tipo de material. Em se tratando da ágata e da ametista, foi percebida a falta de processos de beneficiamento para estes materiais, que atualmente são vendidos na forma bruta. Sendo assim, mostrou-se necessário expor alguns aspectos para que o desafio de criação de novos produtos confeccionados com estes materiais seja vencido localmente.

4. Inovações Tecnológicas

Algumas técnicas modernas já são empregadas em vários exemplos de gema, como o topázio, quartzo incolor entre outros. Estes materiais sofrem irradiação para melhoramento da cor, aumentando, consequentemente, seu valor no mercado. Quanto à ametista, já é aplicado um processo de tratamento térmico que proporciona uma cor amarela e alaranjada. Entretanto, este método ainda é feito em caráter experimental e carece de maior controle para assegurar a qualidade do produto obtido.

Além dessas técnicas, esses materiais permitem o uso de incrementos mecânicos como usinagem por fresadora CNC (Controle Numérico Computadorizado) e lapidação. Neste sentido, destaca-se o trabalho do Centro Tecnológico de Pedras, Gemas e Jóias do Rio Grande do Sul (CT Pedras)[13] que, no intuito de incentivar o setor, vem desenvolvendo diversas atividades de pesquisa e inserção de novas tecnologias para produção. Entre os projetos de pesquisa estão: Projeto 3D Gemas, onde se desenvolveu um software de auxílio ao projeto de lapidação de gemas; Portal Gemas, que consiste no desenvolvimento de um ambiente virtual geo-referenciado das empresas do setor de Gemas e Jóias de Soledade/RS.

Ainda, está em fase inicial de desenvolvimento, o Projeto Moagem Cerâmica, onde serão estudadas as possíveis aplicações do rejeito gemológico das indústrias de beneficiamento de pedras preciosas de Soledade/RS e região para a indústria cerâmica tradicional, construção civil e impressão 3D. Este projeto foi aprovado no Edital CT-Mineral /VALE/CNPq N° 012/2009, e conta com a parceria da UFRGS (LACER, NORIE, PGDesign) e da UPF (CETEC, CT Pedras).

Além disso, o CT Pedras adquiriu, através de auxílio financeiro do Ministério da Ciência e Tecnologia e da Prefeitura Municipal de Soledade (Convênio 01.0217.00/2008) equipamentos de alto nível tecnológico que podem auxiliar as empresas de Soledade/RS e região a produzirem produtos diferenciados, com maior qualidade e valor agregado, valorizando assim esta nobre matéria-prima.

Entre os equipamentos adquiridos estão a Impressora 3D para Prototipagem Rápida, a Gravadora a Laser e a Máquina de Corte e Recorte a Jato de Água. A Impressora 3D baseia-se em um sistema de fabricação por adição de material, onde o processo consiste em fatiar um modelo CAD e construir o objeto físico através do empilhamento de camadas planas. A Gravadora a Laser baseia-se em processo de concentração de energia em forma de calor em uma área limitada, a fim de queimar uma porção do material para gravar um desenho previamente projetado no material desejado. O Corte a Jato de Água consiste em efetuar o recorte de desenhos bidimensionais em chapas, através da elevação da pressão da água, que funciona como meio condutor de um abrasivo mineral granulado, que é responsável por cerca de

[13] O CT Pedras envolve a cooperação entre a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Fundação Universidade de Passo Fundo (FUPF), a Universidade de Passo Fundo (UPF), o município de Soledade e o Sindicato das Industrias de Joalheria, Mineração, Lapidação, Transformação e Beneficiamento de Pedras Preciosas do Estado do Rio Grande do Sul (Sindipedras).

90% do processo de corte. Alguns exemplos de produtos que podem ser fabricados utilizando estes equipamentos podem ser visualizados na figura 7.

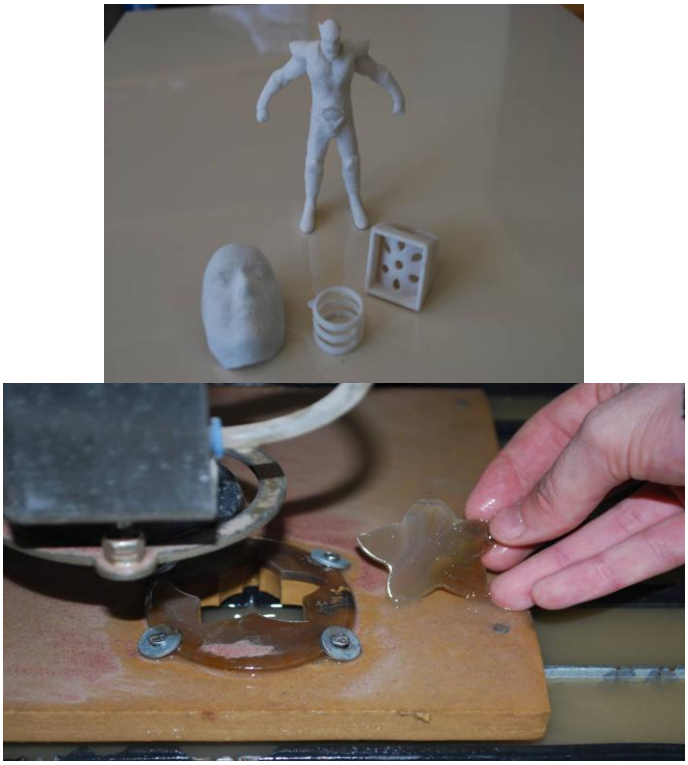


Figura 7: Produtos fabricados por Impressão 3D (esquerda) e Corte a Jato de Água (Direita).

Através do uso da Impressora 3D podem ser fabricados protótipos de qualquer peça previamente projetada via software CAD, de forma simplificada e automática, com mínima intervenção humana e grande rapidez. No setor de Gemas e Joias, a Impressão 3D pode, além de contribuir para o projeto de um produto, pode também auxiliar diretamente na sua fabricação, pois permite a criação de modelos em resina específica para aplicação direta na Fundição de Joias (Processo de Cera Perdida), assim como pode ser usada como molde de vazamento direto de metais de baixa fusão, como latão, alumínio e metais nobres.

A tecnologia de Corte e Recorte a Jato de Água possibilita a fabricação de qualquer formato desejado nos mais diferentes tipos de gemas. Trabalha com comando CNC, possuindo excelente qualidade de corte, precisão dimensional e reprodutibilidade. Permite a fabricação de formas vazadas e complexas, que não são possíveis de serem fabricadas manualmente e que não são economicamente viáveis de serem executadas por outros processos.

Além disso, utilizando-se da Gravação a Laser podem ser gravadas formas e artes diversas, em uma grande variedade de materiais. Em gemas, o processo demonstra-se ser bastante efetivo em ágata (Figura 8). Possui como grande vantagem sua alta velocidade e reprodutibilidade, proporcionando um alto grau de produtividade.

Figura 8: Exemplo de Gravação a Laser feita em ágata (LdSM – UFRGS).

5. Considerações finais

Apesar do Rio Grande do Sul ser o principal exportador de ágata e ametista por possuir grandes depósitos desses minerais, nota-se a necessidade de investimento em tecnologias que tornem esses materiais comercialmente competitivos.

O desenvolvimento de novas tecnologias aliado ao design podem oferecer diferentes maneiras de utilização e objetos de adorno, diminuindo, então, a quantidade de material exportado e comercializado sem valor agregado assim como o volume de rejeitos nos garimpos.

6. Agradecimentos

Este trabalho contou com o apoio do CNPq e CAPES.

Referências

Bellieni, G.; Comin-Chiaromonti, P.; Marques, L.S.; Melfi, A.J.; Nardy, A.J.R.; Piccirillo, E.M.; Roisenberg, A. 1984. High and Low TiO_2 flood basalts from the Paraná plateau (Brazil): petrology and geochemical aspects bearing on their mantle origin. Neues Jahrbuch Für Mineralogie: Abhlandlungen, 150: 273-306.

BRANCO, P.; GIL, C. Mapa Gemológico do Rio Grande do Sul. Informe de recursos minerais, 2ª edição. CPRM: Porto Alegre, 2002.

DUARTE, L.C.; KINDLEIN, W.J.; TESSMANN, C.S.; SANTOS, P.G. Potencialidades do design aplicado a utilização de novos materiais

gemológicos no rio grande do sul. I Seminário sobre design e gemologia de pedras, gemas e jóias do RS, 2009. Soledade. Anais eletrônicos. CD-ROM.

IBGM. Estudos e Pesquisas. Disponível em: http://www.ibgm.com.br/index.cfm?saction=c onteudo&mod=70454C4050031F4C434F39101B1B435C4B5844&idList=0700> . Acesso em: 25 agosto 2010.

JUCHEM, P.L.; BRUM, T.M.M.; FISCHER, A.C.; LICCARDO, A.; CHODUR, N.L. Potencial gemológico da região sul do brasil. I Seminário sobre design e gemologia de pedras, gemas e jóias do RS, 2009. Soledade. Anais eletrônicos. CD-ROM.

JUCHEM, P.L.; STRIEDER, A.J.; HARTMANN, L.A.; BRUM, T.M.M.; PULZ, G.M.; DUARTE, L.C. Geologia e Mineralogia das Gemas do Rio Grande do Sul. In: _____. 50 ANOS de Geologia: Instituto de Geociências. Contribuições/Editores Roberto Ianuzzi; José Carlos Frantz. Porto Alegre: Comunicação e Identidade, 2007. 177-197.

PALMA, P.S. Estudo dos rejeitos de garimpos de ametista do distrito mineral do Alto Uruguai, RS. Trabalho de Conclusão de Curso de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

SANTOS, E.L.; MACIEL, L.A.C.; ZIR Fº, J.A. Distritos Mineiros do Estado do Rio Grande do Sul. Programa Nacional de Distritos Mineiros. MME-DNPM 1ºDistrito. Porto Alegre, 1998.

SCHUMANN, Walter. Gemas do mundo. 9 ed. Traduzido por Rui Ribeiro Franco e Mário Del Rey. São Paulo: Disal, 2006.

SOMMER & SHERER. Sítios Paleobotânicos do Arenito Mata nos Municípios de Mata e São Pedro do Sul, RS. Disponível em: <http://vsites.unb.br/ig/sigep/sitio009/sitio009.htm>. Acesso em: 03 de setembro de 2010.

VOLPATO, N. Prototipagem Rápida: Tecnologias e Aplicações. 1ª Edição. São Paulo. Editora Edgard Blücher, 2007.

LUMIGRAN: PARTICIPAÇÃO NO CONCURSO PREMIO TOK & STOK DESIGN 2010

Patrícia de Godoi Lopes
Glauco José Rodrigues Azevedo

Faculdades Integradas Teresa D´Ávila - FATEA

Resumo

O Projeto visa desenvolver uma Luminária que se enquadre nos requisitos da 5º edição do concurso Tok&Stok de Design Universitário 2010. Onde o objetivo do concurso é a criação de um produto sob o tema "EMPILHAR", isto é, buscar soluções como um móvel, uma nova estrutura ou mecanismo que possibilite o empilhamento. Este produto deverá apresentar no máximo três matérias-primas para a sua construção e conter em seu conceito uma filosofia adequada aos princípios que regem a Tok&Stok: contemporaneidade, jovialidade, minimalismo, solução, preço adequado ao público alvo, condições de armazenagem, entrega e retirada pelos clientes.

Palavras-chave: Luminária; Empilhar; Tok & Stok

Abstract

The project aims to develop a lamp that fits the requirements of the 5th edition of the Tok & Stok Design University in 2010. Where the goal of the contest is to create a product under the theme "STACKS", ie seek solutions as a mobile, a new structure or mechanism for stacking. This product should present no more than three raw materials for its construction and contain in their concept a philosophy appropriate to the principles governing the Tok & Stok: contemporary, joviality, minimalism, solution, appropriate price for the target market, conditions of storage, delivery and removal by customers..

Keywords: Light; Piling; Tok & Stok.

Introdução

"O Premio Tok & Stok de Design Universitário tem o intuito de contribuir na formação dos Jovens designers brasileiros aproximando-os do mercado de trabalho e promovendo a habilidade individual para o desenvolvimento de produtos adequados à nossa realidade social, cultural e tecnológica." (O Premio, 2010, site da Tok & Stok)

"Muitas universidades incluem o tema do concurso na matéria de projeto de produto dos cursos de design para que os alunos simulem a criação de móvel a um cliente real, dentro de seu conceito e briefing." (O Premio, 2010, site da Tok & Stok)

"Este é um concurso estritamente Cultural, Artístico e Científico, realizado nos termos da Lei nº 5.768/71, art. 3º, regulamentado pelo art. 30 do Decreto nº 70.951/72, promovido pela ESTOK COMÉRCIO E REPRESENTAÇÕES LTDA, sem qualquer modalidade de sorte ou pagamento pelos concorrentes, nem vínculo obrigatório com a compra de produtos fabricados pela empresa promovente, suas marcas ou qualquer outra forma de publicidade." (O Premio, 2010, site da Tok & Stok).

Objetivo Geral

Criar um produto sob o tema "EMPILHAR", ou seja, um móvel, nova estrutura ou mecanismo que possibilite esta atividade e participar do Premio Tok & Stok de Design Universitário 2010.

Objetivos Específicos

- Utilizar no máximo três matérias-primas para a construção do produto, considerando que não serão contabilizados os sistemas de fixação, como por exemplo parafusos e cola.

- Conter em seu conceito uma filosofia adequada aos princípios que regem a Tok&Stok: contemporaneidade, jovialidade, minimalismo, solução, preço adequado ao público alvo, condições de armazenagem, entrega e retirada pelos clientes.

Metodologia

O projeto será elaborado utilizando o método de desenvolvimento de produto baseado na prática operativa do BMW Group - DesignWorks USA. Este método tem como conceito realizar múltiplas ações simultâneas integradas em um só objetivo: O Produto Final.

A BMW Group DesignworksUSA é um escritório e consultoria criado em 1972 por Charles Pelly, e vendida para a BMW em 1995. [...] eles são líderes de estratégia em design, desenvolvimento de produtos e comunicação de marca. A sede oficial do grupo é na Califórnia, mas eles possuem também escritórios na Alemanha e Cingapura. Embora o nome engane, eles não atende exclusivamente para a BMW e Mini, eles já trabalharam muito com Hewlett Packard, Whirpool, entre muitas outras, inclusive a Embraer. (BMW Group..., 2010, site: ABC Design)

A tabela abaixo irá ilustrar o conceito deste método:

Tabela 01 – Desenvolvimento de sistema de produto

Desenvolvimento de Sistemas de Produtos					
	dead line dia/mês	dead line dia/mês	Dead line dia/mês	Dead line dia/mês	dead line dia/mês
Seguimento 1	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
Seguimento 2	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
Seguimento 3	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
Seguimento 4	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
Seguimento 5	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .

PRODUTO

Para a criação do produto o mesmo foi dividido em cinco seguimentos construtivos:

- *Forma* – objetiva definir o tema, o publico alvo e as requisições formais e funcionais do produto;
- *Color & Trim* – objetiva desenvolver acabamento e conceber propostas coloridas;
- *Estrutura* – objetiva desenvolver sistemas mecânicos, refinar detalhes e desenvolver desenhos técnicos;
- *Ergonomia do Produto* – objetiva definir variáveis antropométricas, compatibilizar percentis e elaborar modelos de teste;
- *Custos* – Objetiva registrar e identificar os recursos necessários para as etapas do desenvolvimento do projeto, precificar custos e materiais de consumo;
- *Apresentação* – objetiva refinar o detalhamento, desenvolver modelo volumétrico virtual e mokup.

Estes seguimentos são desenvolvidos de modo simultâneo através de cinco fases e dentro de um cronograma. Isto permite sempre em todas as etapas uma visão global do projeto e uma maior rapidez na confecção do produto.

O projeto é dividido nas seguintes fases:

- Fase 1: Pesquisa e Analise

- Fase 2: Conceito e desenvolvimento
- Fase 3: Refinamento
- Fase 4: Adequação e Modelagem
- Fase 5: Detalhamento e apresentação da proposta

Além da metodologia de desenvolvimento de produto da BMW Group - DesignWorks USA outras ferramentas foram utilizadas e incorporadas a este método: análise de similares, mapa de materiais e processos, desenvolvimento de mokups para estudo semântico e estrutural, analise antropométrica, geração de alternativas e confecção de protótipo

Tema e Conceito

Móvel segundo o dicionário Aurélio é "...toda peça de mobília utilizada para uso ou adorno interior de uma casa ou ambiente; mobiliário". A partir desta definição o objeto escolhido para o desenvolvimento deste projeto foi uma luminária de mesa.

Esta luminária além de estar inserida no tema do concurso (empilhar), utiliza como conceito de criação o antigo jogo chinês Tangram

Segundo Ivany Motta (2008) que participa do projeto Teia do Saber em Guaratinguetá " Tangram é um jogo milenar Chinês. Um quebra-cabeça que contém sete peças, cortadas a partir de um quadrado (5 triângulos, 1 quadrado e 1 paralelogramo) e com elas se pode criar milhares de formas humanas, abstratas e objetos de diversos formatos. Com o Tangram é possível montar mais de 1700 figuras. Esse quebra-cabeça, também conhecido como jogo das sete peças, é utilizado pelos professores de matemática como instrumento facilitador da compreensão das formas geométricas. Além de facilitar o estudo da geometria, ele desenvolve a criatividade e o raciocínio lógico, que também são fundamentais para o estudo da matemática"

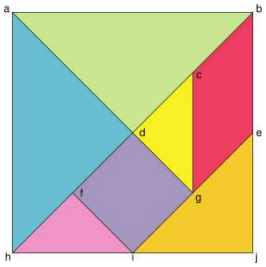


Figura 1 - Tangram

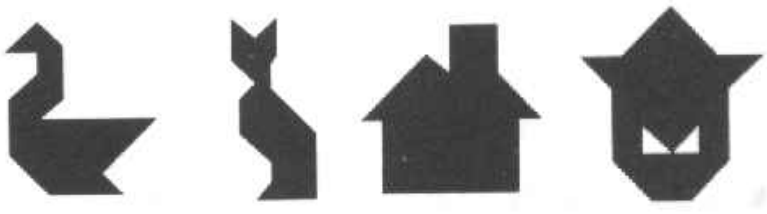


Figura 2 – Formas criadas apartir das sete peças do tangram

Requisitos do concurso

Segundo o site oficial do Premio Tok & Stok Design Universitário 2010 os principais requisitos do concurso são:

- Poderão participar do concurso alunos, residentes e domiciliados no Brasil, regularmente matriculados em cursos de Design de Produto e de Tecnologia Moveleira de nível superior, reconhecidos ou autorizados pelo MEC.

- Para participar do concurso, o interessado deverá acessar o site: www.tokstok.com.br/premio, fazer o cadastro e enviar o projeto através de upload até o dia 30/06/2010.

- Os projetos deverão ser apresentados em arquivo no formato PDF, em 3 páginas no tamanho A2, no seguinte layout:

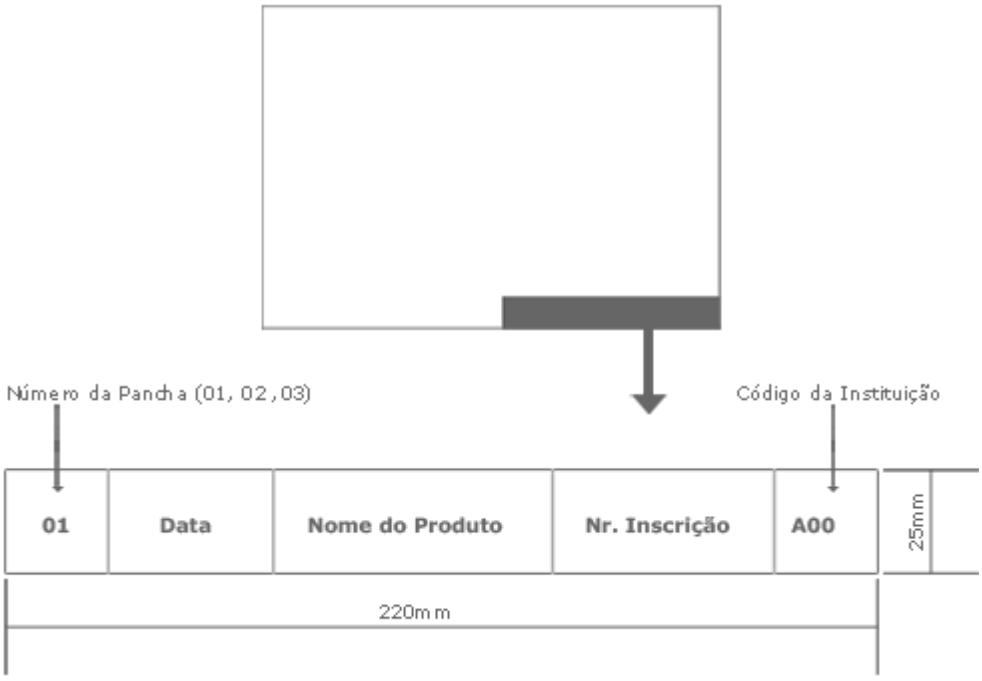


Figura 3 – Modelo da prancha A3

- **Página 01**: Conceito do projeto; memorial descritivo fundamentando o projeto no âmbito conceitual adequado à Tok&Stok, no âmbito construtivo e emprego de materiais e as tecnologias de produção.

- **Página 02**: Perspectivas Ilustrativas.

- **Página 03**: Desenho técnico (constando de plantas, cortes, vistas e elevações).

- Todas as páginas deverão conter um rodapé com as seguintes informações: número de página, data, nome do projeto, número de inscrição e código da instituição, conforme figura 1.

Resultados

Produto

Desenvolvida dentro do conceito de transformação e jovialidade presentes nos produtos Tok & Stok e construída sob o tema “Empilhar”, do Concurso Design Universitário 2010, a LUMIGRAM (assim batizada) é uma luminária de mesa inspirada no jogo chinês Tangram.

A Lumigram é composta por uma base e por dezesseis módulos construtivos triangulares magnéticos, confeccionados em acrílico branco leitoso e detalhes laterais em alumínio escovado, que se iluminam ao se unirem.

Devido a sua característica modular e interativa esta luminária pode apresentar diversos formatos, que variam de acordo a criatividade de cada um

Abaixo podemos observar o método de concepção da luminária. Tendo como base as sete peças do tangram obtiveram-se dezesseis peças triangulares iguais.

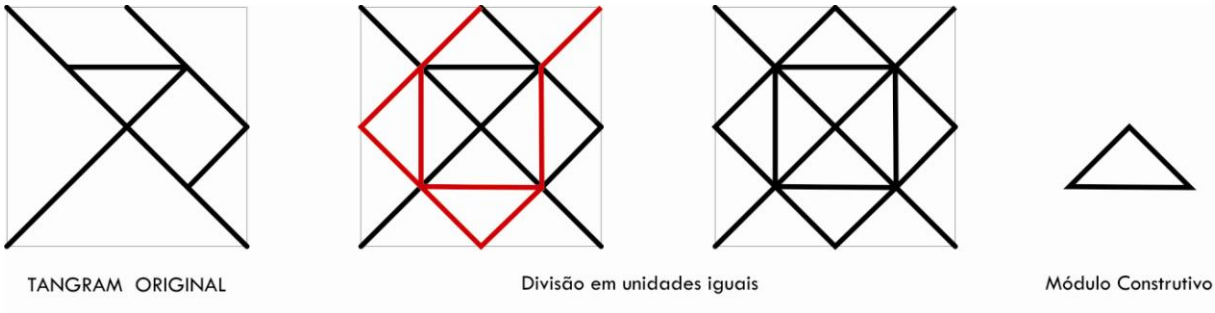


Figura 4 – (a) Tangram original (b) Conceito de criação (c) modulo construtivo

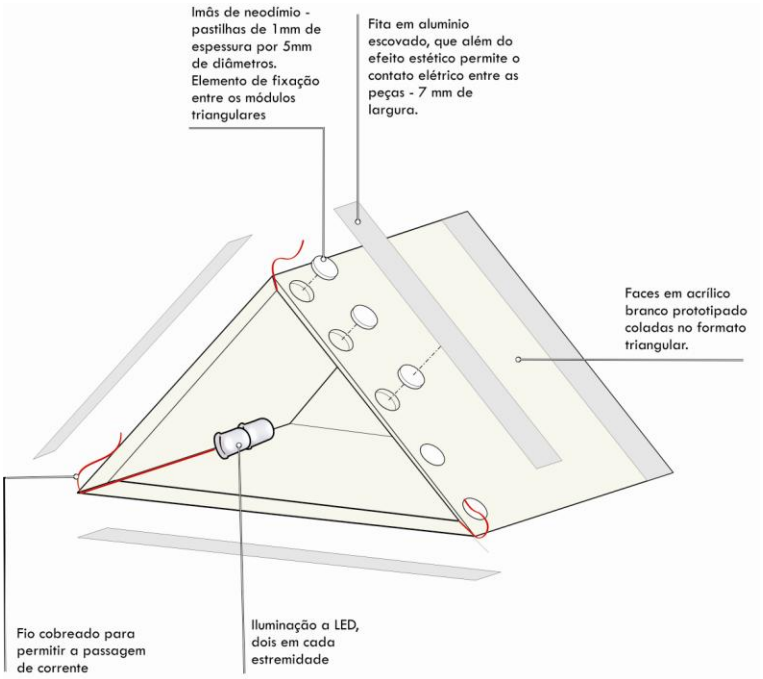

Imãs de neodímio - pastilhas de 1mm de espessura por 5mm de diâmetros. Elemento de fixação entre os módulos triangulares
Fita em aluminio escovado, que além do efeito estético permite o contato elétrico entre as peças - 7 mm de largura.
Faces em acrílico branco prototipado coladas no formato triangular.
Fio cobreado para permitir a passagem de corrente
Iluminação a LED, dois em cada estremidade

Figura 5 – Infográfico do modulo construtivo triangular

Abaixo observamos a construção da base, confeccionada também em acrílico termo moldado.

GND
5 Volts
ACESSO Á BATERIA
FONTE DE ALIMENTAÇÃO EXTERNA
A Lumigram é alimentada por uma tensão continua de 4,5 V, fornecida por , um pack de baterias recarregáveis, ou pode ser ligada diretamente na tomada utilizando o carregador como fonte de alimentação externa.

Figura 6 – (a)Base (b) acesso abateria (c) fonte de alimentação externa

Figura 7 e 8 – Ambientação

Materiais

Para o desenvolvimento deste projeto foram utilizados duas matérias-primas:

- **Acrílico** – “Transparência, iluminação equilibrada, resistência ao impacto e ao tempo são características que fazem à diferença deste material. Todas essas qualidades aliado à gama de possibilidades em design faz as peças de acrílico tornarem-se uma escolha clássica que valoriza as construções arquitetônicas e a decoração de interiores.” (INDAC, 2010, site oficial)

- **Alumínio** – “O alumínio é amplamente utilizado pela indústria de diversas maneiras. Tal versatilidade se deve às suas propriedades e excelente desempenho na maioria das aplicações. Suas técnicas de fabricação permitem a manufatura do produto acabado a preços competitivos. Cada segmento utiliza o metal na forma mais adequada às suas finalidades, de acordo com os diferenciais e propriedades de cada produto. As características do alumínio permitem que ele tenha uma diversa gama de aplicações. Por isso, o metal é um dos mais utilizados no mundo todo. Material leve, durável e bonito, o alumínio mostra uma excelente desempenho e propriedades superiores na

maioria das aplicações. Produtos que utilizam o alumínio ganham também competitividade, em função dos inúmeros atributos que este metal incorpora, como: leveza e boa condutividade elétrica.” (ABAL, 2010, site oficial).

Iluminação

A Lumigran utiliza LED (Light Emitting Diode) como sistema de iluminação. um diodo semicondutor que quando energizado emite luz visível.

“O LED, já é usado em várias aplicações tecnológicas. Actualmente, existem candeeiros, semáforos, luminárias decorativas, televisões e automóveis que usam este díodo para emitir luz. Os LED, funcionam por electroluminescência e são mais eficientes na produção de luz visível do que as lâmpadas tradicionais, que funcionam por incandescência. A longa durabilidade, a manutenção menos dispendiosa, a diminuição dos custos eléctricos, a baixa produção de calor, a grande variedade de cores disponíveis e a vasta gama de aplicações de tensão são algumas das vantagens dos LED´s.” (A iluminação...,2010, site DN Ciencia)

Pranchas

Abaixo são apresentadas as miniaturas das pranchas enviadas para o concurso. O upload foi feito no dia 28/06/2010

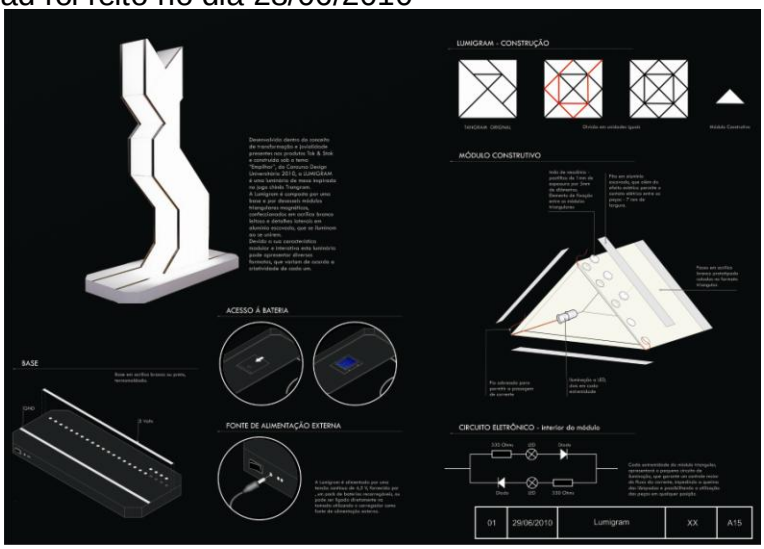


Figura 8 prancha 01 – memorial descritivo

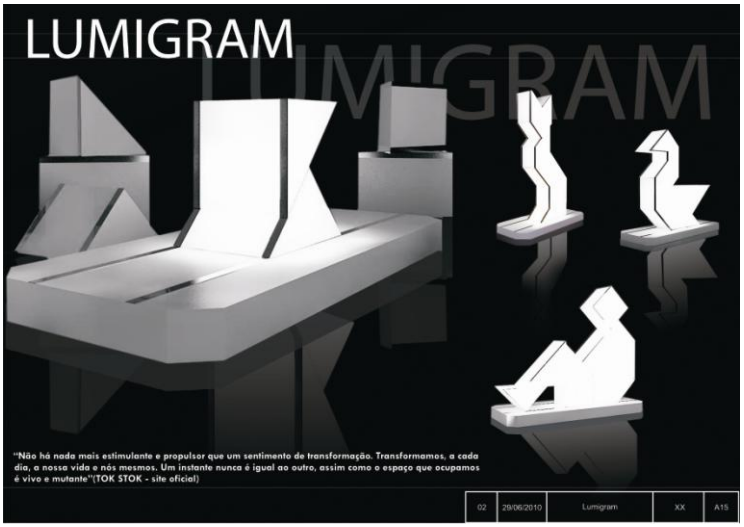

LUMIGRAM
"Não há nada mais estimulante e propulsor que um sentimento de transformação. Transformamos, a cada dia, a nossa vida e nós mesmos. Um instante nunca é igual ao outro, assim como o espaço que ocupamos é vivo e mutante"(TOK STOK - site oficial)
02
29/06/2010
Lumigram
XX
A1S

Figura 9 – prancha 02 – Exposição da luminária

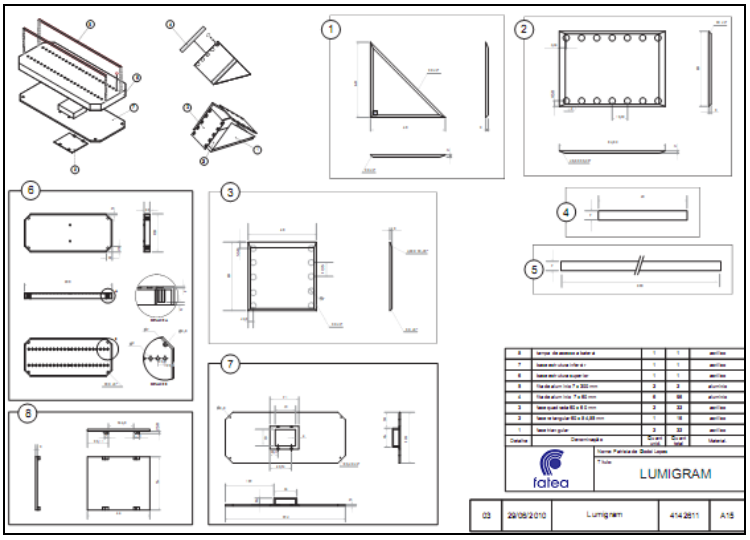


Figura 10 – Prancha 03 – desenho técnico

Considerações finais

Até o presente momento o projeto foi desenvolvido dentro dos objetivos propostos, ou seja:

- Enquadra-se dentro do tema empilhar, devido ao modulo construtivo que pode ser colocado um sobre o outro
- Esta dentro do conceito de jovialidade e minimalismo da empresa Tok & Stok
- Foram utilizadas duas matérias-primas – acrílico e alumínio

- A inscrição no concurso foi efetuada 28 de junho de 2010 com o upload das 3 pranchas de apresentação.

Para concluir o projeto ainda está previsto a confecção de um modelo físico em escala 1:1, para fazer testes estruturais e de iluminação.

Referencias

ABC Design, BMW Group DesignworksUSA. Muito mais que carros, 2010 [acesso em 28 de agosto 2010] Disponível em: http://abcdesign.com.br/design-de-produto/mw-group-designworsusa-muito-mais-que-carros/

Tok & Stok, O Premio, 2010 [acesso em 2 de março de 2010] Disponível em: http://www.tokstok.com.br/PremioTokStok/home.seam

Tok & Stok, Regulamento: Regulamento premio tok&stok de design universitário 2010 [acesso em 2 de março de 2010] Disponível em: http://www.tokstok.com.br/PremioTokStok/Regulamento.seam;jsessionid=A1BFFBF61F7343C4193B800B9263C705.tokstok-premio?cid=83093

MOTTA, Ivany Aparecida Rodrigues, Tangram: Projeto Teia do Saber, 2008 [acesso em 10 de abril de 2010] Disponível em: http://www.google.com.br/search?hl=pt-BR&rlz=1T4ADFA_ptBRBR385BR385&q=tangram+ivany+aparecida&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai

ABAL, Associação Brasileira do Alumínio, Aplicação: Alumínio um metal versátil, 2010 [acesso em agosto de 2010] Disponível em: http://www.abal.org.br/ aplicacoes/introducao.asp

ABAL, Associação Brasileira do Alumínio, O Alumínio: vantagens, 2010 [acesso em agosto de 2010] Disponível em: http://www.abal.org.br/aluminio/vantagens.asp

INDAC, Instituto Nacional de Desenvolvimento do Acrílico, Como utilizar acrílico na iluminação, 2010 [acesso em agosto de 2010] Disponível em: http://www.indac.org.br/ utilizar-o-acrilico-na-iluminacao.php

PROPOSTA DE SINALIZAÇÃO PARA O COLÉGIO SÃO JOAQUIM E CENTRO UNIVERSITÁRIO SALESIANO DE SÃO PAULO U.E. LORENA

Larissa Ramos de Carvalho
Nelson Tavares Matias

Faculdades integradas Teresa D'Avila - FATEA

Resumo

O projeto tem como objetivo geral desenvolver a sinalização do colégio São Joaquim e Centro Universitário Salesiano de São Paulo U.E. Lorena, para que assim os usuários possam ter melhorias nos deslocamentos nas edificações.
É proposto reconhecer as necessidades de acesso das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida aos diferentes espaços, bem como contemplar, em especial as demandas preconizadas pelo Decreto 5296/04, que estabelece as diretrizes legais para aplicações de acessibilidade e a Norma NBR 9050 que orienta como atender as necessidades especiais dos usuários.
Para concluir, pretende-se adequar a Identidade Visual existente, bem como alocar as sinalizações de acordo com as necessidades de acesso e distribuição do fluxo de pedestres e veículos que utilizem a Unidade de Ensino.

Palavras-Chave: Sinalização, Design, Ergonomia, Acessibilidade

Abstract

The project aims to develop general signaling São Joaquim College and Salesiano University Center of São Paulo Lorena U.E., so that users can have improvements in shifts in the buildings.
It is proposed to recognize the needs of access for people with disabilities or reduced mobility in the different spaces, and in particular include the demands established by Decree 5296/04, which establishes the legal guidelines for accessibility applications and NBR 9050 that guides how to meet the special needs of users.
To conclude, we intend to adapt the existing Identity, and placing the signs in accordance with the needs of access and distribution of the flow of pedestrians and vehicles using the Teaching Unit.

Keywords: Signs, Design, Ergonomics, Accessibility

Introdução

Entende-se sinalização como o conjunto de grafismos e simbologias que orientam e informam o ser humano para que ele consiga se dirigir a determinados ambientes (VIEBIG, Castro. GUIA DE PROJETOS, Disponível em :< www.arcomodular.com.br/portugues> Acesso em : 23 mar. 2010)

O Projeto consiste no desenvolvimento da Sinalização para o colégio São Joaquim e Centro Universitário Salesiano de São Paulo U.E. Lorena.

Uma sinalização adequada poderá trazer aos usuários melhorias durante os deslocamentos. É importante observar que cada vez mais pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida encontram-se inseridas nos ambientes acadêmicos, bem como em outros espaços comuns.

O projeto terá como base o Decreto 5296/04, que estabelece as diretrizes legais para aplicações de acessibilidade e a Norma NBR 9050 que orienta como atender as necessidades especiais dos usuários.

A principal importância deste Projeto é que existe grande fluxo de pessoas todos os dias na Instituição que necessitam de informações e orientações para se dirigirem aos diversos setores. Porém, pode existir dificuldade em compreender as atuais indicações, pois as sinalizações existentes não atingem todos os setores do Unisal. Destaca-se a sinalização na portaria principal que reúne informações parciais dos diversos setores acadêmicos. Todavia, no Colégio São Joaquim existe maior número de sinalizações, contudo foram colocadas em lugares que não possuem grande fluxo de pessoas, o que dificulta a recepção das informações.

Com a dinâmica do crescimento e sucessivas reformas a sinalização encontra-se desatualizada o que prejudica na busca pelas informações.

Por intermédio de estudos baseados na Ergonomia Informacional, Sinalização Ambiental (Direcional, Emergencial, Permanente), e Comunicação Visual serão desenvolvidas as sinalizações, levando em conta acuidade visual, tipologia adequada, cores e diagramação, e através de estudo do fluxo de pessoas, será planejada a melhor forma para a alocação das sinalizações.

O uso da Identidade Visual existente será mantida, estabelecendo um vínculo em todas as sinalizações dentro da Instituição, o que facilitará o entendimento das mesmas e consequentemente melhoria nos deslocamentos.

Objetivos

Objetivo Geral

Desenvolver a sinalização para o colégio São Joaquim e Centro Universitário Salesiano de São Paulo U.E. Lorena.

Objetivos Específicos

Levantar os espaços arquitetônicos e suas funções;
Analisar o fluxo de pessoas no espaço interno da Instituição;
Desenvolver e alocar orientação (sinalização) tornando o fluxo mais equilibrado e melhor dividido;
Respeitar as leis de acessibilidades NBR9050.

Justificativa

Na atualidade, o número de informações passadas a população estão cada vez maiores, contudo nem sempre essas mensagens são recebidas e absorvidas de forma correta por quem as interpreta.
Na sinalização, também podem ocorrer falhas, como transmissão de mensagem incorreta ou confusão na recepção da informação. Isto pode acontecer pela desatualização da sinalização, por má estruturação e alocação das mesmas, ou por deficiência de informações principais.
Através de diversas reformas e ampliações no Colégio São Joaquim e no Centro Universitário Salesiano de São Paulo U.E. Lorena, as sinalizações ficaram desatualizadas.
Com a desatualização e como não foram retiradas, as sinalizações transmitem informações para setores que não existem ou que mudaram de local, o que pode prejudica o fluxo das pessoas dentro da instituição, principalmente aquelas que não conhecem o ambiente e seus setores. Além disso, as pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida também devem ser atendidas pela sinalização.
Segundo Coelho (2006)[1]: durante a formação acadêmica o método a ser adotado para o desenvolvimento de design pode ser: definição do problema, geração de hipóteses, levantamento de dados, geração de alternativas, solução e desenho final
O projeto de sinalização existe para melhorar a transmissão das informações em diversos setores, contudo tem que ser implantada através de um projeto, que contém análises e estudos sobre a área e o fluxo de pessoas que a instituição demanda, para que obtenha o melhor resultado final possível.
A partir das mudanças arquitetônicas e dos setores da instituição, a sinalização não está obtendo seu objetivo final, que é passar a informação correta sobre as localizações, aos funcionários, estudantes e principalmente visitantes que não conhecem a instituição.
Sendo assim, podemos considerar a atualização e recolocação da sinalização como sendo essencial, para que o fluxo fique mais acessível a todo o público que frequenta os diversos setores na extensa abrangência territorial que a instituição possui.

Método

O método empregado para elaboração e desenvolvimento do presente projeto é constituído das seguintes etapas:

Pesquisa Teórica
Diferencial Semântico – estudo dos tipos de sinalizações
Estudo de pictogramas
Apresentação das Normas de acessibilidade e geral
Cores : normas para sinalização e características
Sistemas de fixação
Materiais

Pesquisa de Campo
Equete Fluxo de pessoas e deslocamentos

Levantamento Fotográfico
Detalhamento das tarefas

Análise de Dados
Análise dos Similares - Aspecto técnico
Análise Estrutural
Análise Semântica dos Similares

Síntese
Aspecto técnico de alocação das placas

Geração de Alternativas
Matriz concepção
Composição da alternativa

Seleção da melhor Alternativa
Matriz de avaliação
Resultado da matriz de avalização
Modelo aplicado ao ambiente
Elaboração do desenho técnico dos principais modelos de sinalização
Apresentação proposta (simulação)

Referências

DIFFRIENT, Niels; TILLEY, Alvin R.; BARDAGIY, Joan C. Humanscale 1 / 2 / 3. Nova Iorque, 1990

FRUTGER, Adrian. Sinais e Símbolos. Tradução Karina Jannini. São Paulo: Martins Fontes, 1999

Henry Dreyfuss Associates. As medidas do Homem e da Mulher – Fatores Humanos em Design. Porto Alegre: Editora Artmed, 2005.

IIDA, Itiro. Ergonomia: projeto de produção. 2ª edição, revisada e ampliada. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

MORAES, Anamaria de. Ergodesign Informacional – Avisos, Advertências e Projeto de Sinalização. Rio de Janeiro, 2002.

PEDROSA, Israel. Da cor a cor inexistente. Rio de Janeiro, Léo Christiano Editorial Ltda., 1977

ARCO SINALIZAÇÃO – Disponível em: < http://www.arcomodular.com.br> Acesso em: 4 mar. 2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – Sistema de Identidade Visual – Sinalização do Campus – Disponível em:
< http://www.identidade.ufsc.br/sinalizacao.php#1> Acesso em: 20 abr. 2010

SISTEMA DE SINALIZAÇÃO ANATEL – Disponível em :<http://www.faac.unesp.br/graduacao/di/downloads/sinaliza%E7%E3o/Sistema_de_Sinalizacao_Anatel.pdf> Acesso em: 10 abr. 2010

NORMA NBR9050 - 2004 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.
Disponível em: < http://www.mpdft.gov.br/sicorde/NBR9050-31052004.pdf> Acesso em : 2 mar. 2010

DESENVOLVIMENTO DE COMUNICAÇÃO VISUAL PARA EMBALAGENS DE PRESERVATIVO DIRECIONADO AO PÚBLICO JOVEM.

Dayana Guimarães Siqueira
Marcus Vinicius Monteiro Gonçalves.

Faculdades integradas Teresa D'Avila - FATEA

Resumo

Segundo a Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), 96 mil adolescentes de 10 a 20 anos engravidam por ano no Brasil. Com o alto índice da iniciação sexual e a gravidez na adolescência, este projeto desenvolverá a comunicação visual para embalagens de preservativo direcionado ao público jovem e utilizará a embalagem como ferramenta de marketing para o produto e sua marca de forma inovadora, utilizando-se do recurso da ilustração como fator de identificação com o público-alvo.

Palavras-chave: Embalagem; Preservativo; Ilustração e Jovem.

Abstract

According to the State System Data Analysis (SEADE), 96 000 adolescents aged 10 to 20 years become pregnant each year in Brazil. With the high rate of sexual initiation and pregnancy in adolescent, this project will develop the visual communication for packaging of condoms targeted at younger audiences and will use packaging as a marketing tool for the product and your brand in innovative ways, using the resource illustration as a factor of identification with the audience.

Keywords: *Packaging; Condom; Illustration and Young*.

Introdução

Hoje mais do que nunca, as inovações fazem constantemente parte do design das embalagens. Trata-se de um fenômeno inevitável, que busca dar conta das complexas demandas que incidem sobre o setor.
Incorporar novas linguagens, recursos visuais, romper com a linguagem da categoria em que o produto compete são ações poderosas contra as quais resta à concorrência um único recurso – correr atrás. Esse é um fator decisivo no novo cenário competitivo. (MESTRINER, 2002, p.23).

O consumidor não separa nem faz distinção entre a embalagem e seu conteúdo. Para ele, os dois constituem uma única entidade indivisível. O consumidor considera a embalagem um item de referência e avaliação cada vez mais relevante no processo de escolha dos produtos. (MESTRINER, 2007, p.19). Ele está em movimento e o produto precisa ser visto. O resto vem depois disso. Se ele não vir o produto, nada mais acontece. (MESTRINER, 2002, p.19).

A inovação em embalagem é um poderoso recurso de marketing, é a forma mais eficiente de gerar diferenciação e conquistar vantagem competitiva. (MESTRINER, 2002, 2007). Utilizando-se deste fator, este projeto desenvolverá a comunicação visual para embalagens de preservativo direcionado ao público jovem e utilizará a embalagem como ferramenta de marketing para o produto e sua marca de forma inovadora, utilizando-se do recurso da ilustração como fator de identificação com o público-alvo.

“A ilustração valoriza o produto, agrega valor à marca e impulsiona as vendas, já que gera uma resposta positiva do consumidor em relação ao produto” (ROCHA, Hugo, Ilustração e Embalagem, Cayana, n. 4, p. 35, dezembro. 2007).

Hoje nos supermercados, farmácias podem-se ainda encontrar no segmento de preservativos, embalagens que não possuem elementos ou composições ilustrativas, ou até mesmo inovações e a utilização da embalagem como poderosa ferramenta de marketing.

Objetivos

Objetivo Geral:

• Desenvolver uma nova proposta de comunicação visual das embalagens de preservativos direcionado ao público jovem utilizando dos recursos da ilustração como fator de identificação com o público-alvo.

Objetivos Específicos:

• Desenvolver um estudo de Linguagem Visual da categoria de embalagem e sua relação com o público alvo.

• Utilizar como recorte o desenvolvimento de um brinde promocional para o reposicionamento do produto no mercado.

• Valorizar o produto, agregar valor a marca, impulsionar as vendas e a utilização do produto, utilizando dos recursos da ilustração como fator de identificação com o público-alvo.

Justificativa

Estudos sobre o início da vida sexual e o uso de preservativos têm indicado que jovens adolescentes tendem a não usá-los. Dados da Revista de Saúde Pública (RSP, Junho/2008) identificaram que o início da vida sexual por pessoas muito jovem seria um fator de risco para gravidez e aquisição de doenças sexualmente transmissíveis, incluindo o Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV).
Segundo a Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), 96 mil adolescentes de 10 a 20 anos engravidam por ano, 40% das adolescentes que já engravidaram voltam a engravidar, 20% das mulheres que fazem aborto são adolescentes, e a cada 18 minutos, uma menina de 10 a 14 anos dá à luz uma criança, no Brasil.
Com o alto índice da iniciação sexual e a gravidez na adolescência, foi apontada a necessidade da comunicação direta com o jovem adolescente, utilizando do recurso da ilustração como fator de identificação com o público alvo, de forma que lhes fascine e os impulsionem a comprar e utilizar o preservativo.
A ilustração valoriza o produto, agrega valor à marca e impulsiona as vendas, já que gera uma resposta positiva do consumidor em relação ao produto, e muitas vezes é capaz de influenciar uma compra por impulso de um item que pode até não estar na lista de compras. O ser humano é visual, 83% do que aprendemos são advindos da nossa visão, segundo Hugo Rocha (dezembro/2007, p.34 e 35, rev. Cayana).
Dentro destas informações e necessidades, este projeto desenvolverá a comunicação visual para embalagens de preservativo direcionado ao público jovem e utilizará a embalagem como ferramenta de marketing para o produto e sua marca.

Referências

Livros:
MESTRINER, Fabio. Design de Embalagem – Curso Básico, 2º Edição Revisada. São Paulo: Pearson Makron Books, 2002.

MESTRINER, Fabio. Design de Embalagem – Curso Avançado, 2º Edição Revisada. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

MESTRINER, Fabio. Gestão Estratégica de Embalagem – Uma Ferramenta de Competitividade para sua Empresa. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

Monografias:
SANTOS, Alisson Elder Peneluppi dos. Redesign das embalagens do Café Rosa de Ouro. 2009. Xf. Monografia (Graduação em Desenho Industrial) – Faculdades Integradas Teresa D'Ávila, Lorena, 2009.

SILVA, Camila de Paula. Desenvolvimento de Embalagem de Shampoo Infantil. 2008. 200f. Monografia (Graduação em Desenho Industrial) – Faculdades Integradas Teresa D'Ávila, Lorena, 2008.

Artigo de periódico – revista:

RSP – Revista de Saúde Pública. Uso do preservativo: tendências entre 1998 a 2005 na população brasileira. V. 42, s. 1, p. 34 – 44, jun. 2008.

RSP – Revista de Saúde Pública. Idade e uso de preservativo na iniciação sexual de adolescentes brasileiros. V. 42, s. 1, p. 45 – 53, jun. 2008.

RSP – Revista de Saúde Pública. Opiniões e atitudes em relação à sexualidade: pesquisa de âmbito nacional, Brasil 2005. V. 42, s. 1, p. 54 – 64, jun. 2008.

RSP – Revista de Saúde Pública. Uso do preservativo nas relações sexuais: estudo de base populacional. V. 40, n. 4, p. 720 – 726, ago. 2006.

ROCHA, Hugo. Ilustração e Embalagem, Cayana, Arte + Cultural. ano. 5, n. 4, p. 34 - 35, dez. 2007

ANÁLISE DE TRÊS CARTAZES DE FILMES DO DIRETOR TIMOTHY WALTER BURTON (TIM BURTON)

Diego Marcondes Burton
Paulo Vinicius de Omena Pina

Faculdades integradas Teresa D'Ávila - FATEA

Resumo

Existe, nos cartazes dos filmes do Tim Burton, um universo de códigos visuais a serem descobertos. Idéias, intenções e mensagens que, a primeira vista refletem, superficialmente, o que são seus filmes, mas na verdade escondem um texto complexo e subjetivo capaz de dizer mais sobre os filmes do que aparentemente dizem. Para tanto, basta lembrar que Tim Burton tem forte influência do estilo visual do Film Noir (dec. 40), que por sua vez, foi influenciado pelo expressionismo alemão; Então, quando Burton abusa dos cenários sombrios, ele não faz por acaso. Há mais por traz disso esperando para ser lido.

Keywords: Cinema, Poster, Gestalt and Semiotics.

Abstract

There, in the posters of the films of Tim Burton, a universe of visual codes to be discovered. Ideas, intentions and messages that reflect the first order, superficially, what are your movies, but in fact hides a complex text and subjective able to say more about the movies that apparently say. To do so, just remember that Tim Burton has a strong influence of the visual style of Film Noir (dec. 40), which in turn was influenced by German expressionism; So when Burton abuses of grim scenarios, it does happen. There is more behind it waiting to be read.

Introdução

Quando vamos ao cinema, muitas vezes decidimos qual filme assistir pela sua representação gráfica, ou seja, pelos seus cartazes de divulgação. O espectador espera ter uma breve noção do filme que irá assistir pela composição gráfica contida na peça. Sendo assim, a proposta deste projeto tratará de analisar graficamente os cartazes de filmes através da Semiótica e da Gestalt, buscando assim decifrar seus códigos, promovendo a compreensão

estética e ideológica envolvidas em suas produções. Como esta é uma questão muito abrangente, pois varia de acordo com o gênero fílmico, com o gosto do espectador e suas experiências próprias, para delimitar a área de estudo e dinamizar a análise, a atenção será voltada para três pôsteres dos filmes do Diretor Tim Burton - cineasta americano nascido em Burbank no dia 25 de Agosto de 1958. Amante dos grandes filmes de terror trabalha usualmente com temáticas sombrias.

Objetivos

Objetivo Geral:
• Analisar graficamente os cartazes de filmes do Diretor Tim Burton.

Objetivos Específicos:
• Por meio das ferramentas metodológicas do Design, identificar, mapear e decifrar os códigos utilizados na construção dos cartazes dos filmes do diretor de cinema Tim Burton.

Justificativa

O pensamento construtivista que se projeta até os dias de hoje na esfera criativa do design, e que tanto valoriza a percepção em detrimento da interpretação, endossa a necessidade das Instituições de Ensino Superior incentivarem e valorizarem este tipo de trabalho teórico que, além de pôr em uso as teorias provenientes do Design e Ciências afins, promove também múltiplas formas de se olhar um ou mais objetos, contribuindo para o acréscimo de repertório cultural desta área, tão estigmatizada como supérflua.

Analisar o fascínio que o cinema exerce sobre um determinado grupo de pessoas, pode nos revelar uma série de inquietações e valores tanto morais como estéticos que permeiam uma época; para isto, se faz necessário um diálogo com o filme e se manter atento a capacidade de dar informações e formular reflexões que o cartaz possui.

Referências

Livros:
GOMES, João. Gestalt do Objeto: Sistema de leitura Visual da Forma.7.ed. São Paulo: Escrituras LTDA., 2006.

SANTAELLA, Lúcia. Semiótica Aplicada. 4.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

GUIMARÃES, Luciano. A cor como informação: a construção biofísica, linguística e cultural da simbologia das cores. 3.ed. São Paulo: Anna Blume, 2004

PROPOSTA DE SISTEMA DE FECHAMENTO PARA EMBALAGENS FLEXÍVEIS DO TIPO ENVOLTÓRIO PARA BISCOITO

Mariana de Castilho Bueno
Marcus Vinicius Monteiro Gonçalves

Faculdades integradas Teresa D'Avila - FATEA

Resumo

Uma embalagem bem desenvolvida é fundamental para a conservação do alimento. É a embalagem que vai garantir a qualidade do produto. No caso das embalagens de biscoitos as principais funções são: proteger contra poeira, contra insetos, evitar ganho ou perda de umidade e proteger contra o excesso de luz. Entretanto, a maioria das embalagens de biscoito existentes, após abertas, não conseguem conservar a qualidade do produto, pois não contém um sistema de fechamento de embalagem apropriado. Para garantir sua qualidade, após abrir a embalagem, o consumidor costuma transferir os biscoitos para outro recipiente ou utilizar objetos impróprios para o fechamento da embalagem original. Durante o desenvolvimento serão utilizados alguns métodos, como o Diferencial Semântico, para garantir a eficácia final do projeto. Por esse motivo, o projeto a ser elaborado trará uma proposta de sistema de fechamento para as embalagens flexíveis do tipo envoltório para biscoitos.

Palavras-Chave: Embalagem, Design, Sistema de Fechamento

Abstract

A good developed packaging is basic for the conservation of the food. It is the packing that goes to guarantee the product quality. In the case of the cookies packagings the main functions are: to protect against dust, against insects, to prevent profit or loss of humidity and to protect against the light excess. However, the majority of the existing cookies packagings, after opened, does not obtain to conserve the product quality, therefore it does not contain a system of appropriate closing of packagings. To guarantee its quality, after to open the packaging, the consumer usually to transfer to the cookies another container or to use improper objects to the closing of the original packaging. During the development some methods will be used, as the Semantic Differential, to guarantee the final effectiveness of the project. For this reason, the project who be elaborated will bring a proposal of closing system for the flexible packings of the type wrap for cookies.

Keywords: *Packaging, Design, System of Closing*

Introdução

Sendo fundamental para os dias atuais, a embalagem surgiu conforme a necessidade do homem de armazenar seus produtos, garantindo assim a

qualidade dos mesmos durante todo o seu processo (GERMANO; GERMANO, 2003, p.479). Com uma grande variedade de modelos, formas e materiais, a embalagem está diretamente ligada ao produto e um não pode ser considerado sem o outro. (ABRE - Associação Brasileira de Embalagem, 2010).

A embalagem, hoje, pode ser analisada como um elemento importante da atividade econômica dos países industrializados, uma vez que o consumo deste produto é empregado como um dos parâmetros para medir o nível de atividade da economia (MESTRINER, 2002, p.03).

A fabricação, o uso e a distribuição de embalagens são segundo Seragini (1997) um bom negócio, pois o setor no mundo movimenta cerca de US$ 500 bilhões e no Brasil algo próximo de US$ 10 bilhões (SETOR DE EMBALAGEM, 2010).

Segundo Mestriner (2005, p.11) no Brasil, um amplo supermercado chega a receber aproximadamente 6 mil novos lançamentos e oferece cerca de 30 mil produtos, por ano. Enquanto nos Estados Unidos os produtos lançados alcançam em média á vinte mil por ano.

Para Bobbio; Bobbio (2001, p. 135) além de desenvolver a função de proteger e armazenar o produto, a embalagem pode funcionar como meio de propaganda, de facilidade de manuseio e uso do cliente. No caso dos alimentos, eles devem ser embalados, independente se processados ou não.

Segundo Germano; Germano (2003, p. 482) apresentar ao consumidor um alimento com nível de qualidade igual aos produtos recém-preparados é uma das principais funções da embalagem, devido à capacidade de protegê-los contra organismos que danificam e infectam e sujidade.

A embalagem também deve conter um obstáculo impedindo a deformação das características do produto e contra ataques externos, o que define a duração nas prateleiras, também conhecido como *Shelf Life*. No caso das embalagens de biscoitos recheados, um grande problema é a proteção do recheio contra a oxidação e o ranço (GURGEL, 2007, p. 23).

O sistema de fechamento também tem ganhado espaço no desenvolvimento das embalagens. Ocorre uma preocupação em criar embalagens que tenham facilidade de serem abertas e fechadas, um dos valores buscado pelo consumidor, permitindo que seja consumido de maneira personalizada.(PLASTRELA – Embalagens Flexíveis, 2010[14]).

Diante de um mercado crescente, torna-se extremamente importante a utilização do controle de qualidade em todos os processos de produção evitando desperdícios e garantindo assim, sua qualidade.

Objetivo Geral

Desenvolver um sistema de fechamento para as embalagens flexíveis do tipo envoltório de biscoitos redondos, que garantam a conservação do produto, após o primeiro uso.

[14] **Plastrela – Empresa de Embalagens Flexíveis.**
Disponível em: <http://www.plastrela.com.br/site/institucional/dicas/>.

Objetivos Específicos

Utilizar o design para:

- Garantir a qualidade dos biscoitos, tal como a sua crocância, após as embalagens serem abertas para o primeiro consumo.
- Oferecer um modo prático de armazenamento do produto.
- Proporcionar um sistema de fechamento eficiente.
- Ferramenta de inovação para diminuir o risco de contaminação do produto.

Justificativa

Para que um produto obtenha sucesso no mercado, é necessário que ele seja bem planejado e projetado. Com os consumidores cada vez mais exigentes, para atrair o desejo do público alvo, os produtos devem estar em constante mudança e, por esse motivo, são desenvolvidas novas tecnologias no mercado.

Conforme mostrado na tabela divulgada pela ABRE, o valor da produção nacional de embalagem mostra que o setor de plástico, responsável por 37,13% do total faturado no ano tem a maior participação no mercado.

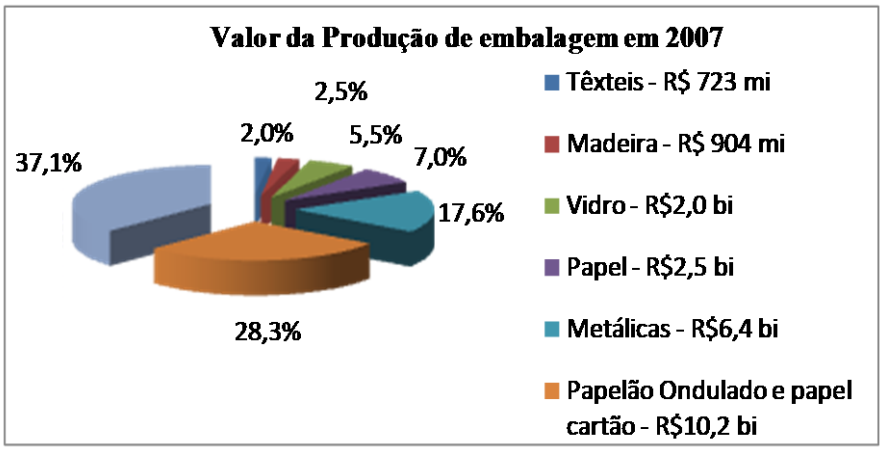


Gráfico 1 - Valor da Produção de Embalagem em 2007

Fonte:ABRE

De acordo com a Revista online Tendências e Mercado (2010), no mercado de embalagens plásticas flexíveis atendidas pela indústria brasileira, as embalagens de alimentos e varejo surgem nos primeiros lugares, respectivamente com 31% e 22% de participação. Após, vêm aplicações industriais (19%), bebidas (6%), higiene pessoal e cosméticos (4%), pet food (2%) e limpeza doméstica (2%); os 14% restantes estão pulverizados em outras categorias.

O presente projeto surgiu com a necessidade de melhoria do consumidor pela melhor conservação dos biscoitos em embalagens flexíveis. O projeto será desenvolvido com o intuito de aumentar a durabilidade do produto, criando um sistema de fechamento para a mesma e evitando que o produto tenha que ser transferido para outro recipiente a fim de garantir sua qualidade.

A embalagem atual de biscoitos, na sua maioria, possui somente sistema de abertura, deixando assim o produto, após aberto, exposto a bactérias, poeira e outras contaminações. Pensando em funcionalidade, o projeto será desenvolvido com o intuito de aumentar a durabilidade do produto, criando um sistema de fechamento para a mesma e evitando que a embalagem tenha que ser transferida para outro recipiente a fim de garantir sua qualidade.

No mundo da embalagem, o designer independente do produto a ser desenvolvido, tem a responsabilidade de transmitir ao novo produto tudo o que o consumidor não consegue ver, mas que demonstra um grande empenho produtivo para colocar nas prateleiras o que a sociedade industrial moderna consegue proporcionar de melhor (MESTRINER, p.04, 2002).

Proporcionar maior facilidade no sistema de fechamento das embalagens e agregar estudos de ergonomia serão fatores utilizados no projeto garantindo a satisfação do cliente e ampliando a possibilidade de que a compra seja, novamente, efetuada.

Método

O método empregado para elaboração e desenvolvimento do presente projeto é constituído das seguintes etapas:

- Pesquisa teórica e histórica
  - Embalagens de alimentos e biscoitos
  - Sistemas para fechamento de embalagem
- Pesquisa de Campo
  - Detalhamento de Tarefa
  - Levantamento Fotográfico
  - Enquete de análise de tarefa
- Análise de dados
- Semântica da forma
- Análise dos Similares
  - Análise Estrutural
  - Análise Semântica dos Similares
- Síntese
- Geração de Alternativas
- Detalhamento Técnico

O Design e a Embalagem

Design pode ser definido como sendo a melhoria dos aspectos funcionais, visuais e ergonômicos do produto atendendo às necessidades do consumidor, visando o conforto, a segurança e a satisfação do usuário e adicionando valor aos produtos industrializados, ocasionando à conquista de novos mercados. No caso do Design de Embalagem têm como função percorrer o fluxo estabelecido pela metodologia do projeto atendendo às características que a embalagem tem em relação aos demais produtos industriais (MESTRINER, p. 11, 2002).

O projeto de Design de Embalagem deve se preocupar principalmente com a utilização da embalagem como instrumento de venda, além da exposição do produto e da comunicação dos atributos de seu conteúdo (MESTRINER, p.18, 2002).

Ficha de Similares de Sistemas de Abertura e Fechamento

Para a análise foram selecionados seis modelos de embalagens flexíveis. O principal fator a ser analisado foi o sistema de fechamento e a disposição dos produtos dentro da embalagem com o objetivo de verificar sua armazenagem após o primeiro uso.

 Figura 14 - Achocolatado Nescau Fonte:Nestlé	**Similar 1** *Produto: Achocolatado* *Marca: Nescau* *Capacidade: 900g* Empresa: Nestle Tipo de embalagem: Stand Up Pouch *Tipo de fechamento: Zip* Preço: R$7,90
 Figura 15 - Café Prima Qualitá	**Similar 2** *Produto: Café* *Marca: Prima Qualitá* *Capacidade: 500g* Empresa: Coop. Regional de Cafeicultores em Guaxupé Ltda - Cooxupé Tipo de embalagem: Stand Up Pouch *Tipo de fechamento: Lacre Dourado* Preço: R$7,97

Figura 3 - Embalagem Lacta 	**Similar 3** *Produto: Chocolate* *Marca: Lacta* *Capacidade: 170g* Empresa: Kraft Foods Tipo de embalagem: Flow Pack Horizontal *Tipo de fechamento: Cola especial* Preço: R$ 4,39
 Figura 16 - Embalagem Café do Ponto	**Similar 4** *Produto: Café* *Marca: Café do Ponto* *Capacidade: 250g* Empresa: Tipo de embalagem: Stand Up Pouch *Tipo de fechamento: Selo com cola especial* Preço: R$ 7,65

Análise dos Similares de Sistemas de Fechamento

A análise dos similares foi realizada de forma a identificar os diferentes tipos de Sistemas de fechamento presentes em algumas embalagens flexíveis de alimentos. É o Sistema de Fechamento que têm a função de manter o produto seguro para armazenamento e uma próxima utilização. Um bom fechamento garante a qualidade do produto por um maior tempo.

De acordo com Linden (2009, p.59) existe uma hierarquia das necessidades do consumidor onde o processo de interação entre o consumidor e o produto segue três níveis: Funcionalidade, Usabilidade e Prazer.

A funcionalidade do produto é essencial para garantir a qualidade do mesmo, porém não é o suficiente. À medida que os produtos funcionam, o consumidor passa a desejar produtos que sejam fáceis de usar, proporcionando usabilidade. Com a usabilidade, as pessoas passam a desejar algo que ofereça além da funcionalidade, algo que forneça benefícios emocionais, atingindo o prazer (LINDEN, 2009, p.60).

Com base na Hierarquia das Necessidades do Consumior, foram analisadas as vantagens e desvantagens de cada embalagem com o objetivo de buscar os melhores resultados que possam ser aplicados no

desenvolvimento do novo produto, utilizando estas características identificadas para aperfeiçoar a funcionalidade do mesmo.

O novo Sistema de Fechamento deve ser de fácil abertura para o consumidor, porém, deve fechar adequadamente para não ser aberto no horário indesejado.

Similar 1

Figura 17 - Detalhes achocolatado

A nova embalagem do achocolatado Nescau, criada pela Future Brand, foi desenvolvida devido à comemoração dos 75 anos do produto no Brasil. Além da nova versão da embalagem, o produto também ganhou nova fórmula (MUNDO DO MARKETING).

A localização sobre o novo sistema de fechamento utilizado encontra-se visivelmente na parte frontal da embalagem. O fecho hermético tipo ZIP utilizado nessa embalagem possui zíper duplo, constituído de polipropileno - PP.

Figura 18 - Fechamento Zip

Vantagens:

- A base do produto oferece segurança, facilitando armazenagem do mesmo.
- O zíper duplo utilizado é excelente na conservação do produto.
- A abertura para saída do conteúdo é relativamente boa facilitando a retirada do produto para consumo.

Desvantagens:

- A abertura é simples, porém um tanto resistente, dificultando abri-la.

Similar 2

Figura 19 - Detalhes Prima Qualitá

O Café Superior Torrado e Moído Prima Qualitá foi desenvolvido pela Linha de produtos do grupo Pão de Açúcar. De acordo com a Associação Brasileira de Cafés Especiais (BSCA), que reúne 50 produtores associados e certifica os cafés especiais do País, os cafés especiais em saca tem preço de 20% a 70% superior em relação aos cafés comuns. Já o especial torrado e moído pode ter preço até 500% maior.

A embalagem utilizada no Café Superior Torrado e Moído Prima Qualitá é do tipo Stand Up Pouch e possui um lacre dourado como Sistema de fechamento.

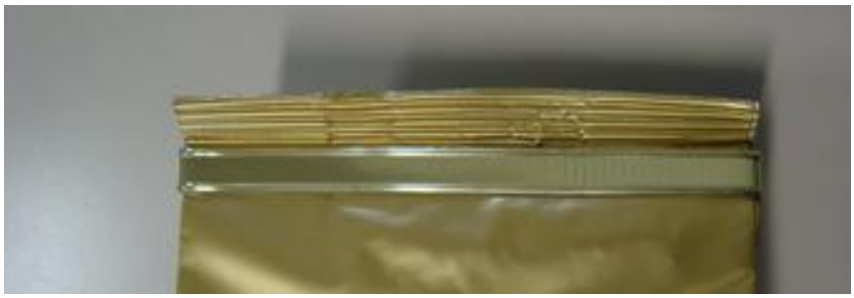


Figura 20 - Fechamento Lacre

Vantagens:

- A base do produto oferece segurança, facilitando armazenagem do mesmo.
- A abertura para saída do conteúdo é relativamente boa facilitando a retirada do produto para consumo.

Desvantagens:

- A abertura não é simples, pois é necessária a utilização de uma tesoura para cortá-la.
- O Sistema de fechamento é apropriado para conservar o produto, porém, conforme o mesmo vai sendo utilizado, o lacre não é capaz de assegurar o fechamento da embalagem.

Similar 3

Figura 09 - Chocolate Lacta

Fundada em 21 de janeiro de 1912 , quando um grupo liderado pelo cônsul suíço Achilles Izella criou a Societè Anonyme de Chocolats Suisse, a Lacta assumiu a responsabilidade de oferecer aos brasileiros produtos com a mesma qualidade dos importados. Desde então, a empresa passou a ser pioneira na fabricação de chocolates finos e em 1996 foi adquirida pela Kraft Foods.

A embalagem utilizada no chocolate Lacta é do tipo Flow Pack Horizontal e utiliza sistema de fechamento abre e fecha com cola especial.

Figura 10 - Fechamento chocolate

Vantagens:

- A abertura é simples e prática.

Desvantagem:

- O sistema de cola perde sua eficácia após algum tempo, comprometendo a qualidade do produto.

Similar 4

Figura 11 - Café do Ponto

A marca do Café do Ponto começou sua história na cidade de Cafelândia, no interior de São Paulo, através dos irmãos Hattori, plantadores de Café. Na fazenda os cafeicultores costumavam se reunir num mesmo local como ponto de encontro das conversas. Em 1950, esses cafeicultores resolveram montar uma torrefação, dando o nome de Café do Ponto. O café do

Ponto Aralto foi lançado em 2002 para atender a crescente demanda de Cafés especiais no Brasil.

A embalagem do Café do Ponto é do tipo Stand Up Pouch e possui sitema de fechamento com Selo especial.

Figura 12 - Fechamento selo

Vantagens:

- A embalagem é mais rígida e portanto, garante mais a qualidade do produto ao ser fechado.
- O sistema é simples.
- A abertura para saída do conteúdo é relativamente boa facilitando a retirada do produto para consumo.

Desvantagens:

- Depois de utilizado repetidas vezes, o sistema pode perder a cola.

Considerações Finais

O mercado de biscoitos atinge todas as classes e idades e por isso, uma proposta bem desenvolvida garantirá sucesso no mercado. A nova embalagem busca a solução de problemas como sistemas de fechamento inadequados e também evitar que o produto tenha que ser transferido para outro recipiente, para assim garantir a qualidade do mesmo.

A metodologia aplicada permitirá o aperfeiçoamento das técnicas, que serão fundamentais ao resultado dos estudos. Com a análise de Similares será possível a identificação de vantagens e desvantagens em diversos Sistemas de fechamento par assim, desenvolver um bom produto.

A nova embalagem reunirá valores de qualidade ao produto, garantindo prazer e conforto para o consumidor e atenderá as necessidades dos consumidores agregando inovação ao produto.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM – ABRE.
Definição de embalagem. Acesso em 15 de abril de 2010.
Disponível em: <*http://www.abre.org.br/apres_setor_embalagem.php*>.

BOBBIO, Paulo A.; BOBBIO, Florinda Orsati. Química do processamento de alimentos. 3. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2001.

GERMANO, Maria Izabel Simões; GERMANO, Pedro Manuel Leal. Higiene e Vigilância Sanitária de Alimentos. 2. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2003.

GURGEL, Floriano do Amaral. Administração da Embalagem. 1. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

MESTRINER, Fabio. Design de Embalagem - Curso Básico. 2. ed. Revisada. São Paulo: Pearson Makron Books, 2002.

MESTRINER, Fabio. Design de embalagem - Curso Avançado. 2. ed. Revisada. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

SCHMITT, Alfredo. Revista Plástico Moderno. Forte avanço tecnológico respalda grande expansão das embalagens flexíveis. 423 ed., Janeiro de 2010. Disponível em: <*http://www.plastico.com.br/revista/pm423/perspectivas/abief.html*>. Acesso em 10 de maio de 2010.

TENDÊNCIAS E MERCADO. Indústria de embalagens flexíveis prevê crescimento de 8%. Disponível em: <*http://www.tendenciasemercado.com.br*>. Acesso em 18 de maio de 2010.

DESENVOLVIMENTO DE MOBILIÁRIO MODULAR

Joelma Cabral
Paulo Vinícius de Omena Pina

Faculdades integradas Teresa D'Avila - FATEA

1. Resumo

O produto idealizado é uma inovação na área mobiliária, pois utilizará um sistema de fixação que facilitará o deslocamento, a limpeza, a desmontagem e a remontagem, aumentando assim a vida útil do móvel, economizando tempo de espera no que se refere à mão-de-obra terceirizada, diminuindo o uso de material e a utilização de ferramentas, desta forma barateando o produto final. O projeto visa desenvolver um produto que torne mais fácil a vida do usuário, que ofereça a ele uma liberdade maior na montagem e utilização do móvel.

Palavras-chave: Móvel Modular; compósitos; Usabilidade.

2. Abstract

The idealized product is an innovation in the furniture area due to the connecting system which facilitates the displacement, cleaning, dismantling and reassembling and thus increases the life cycle of the furniture, saves timeout regarding to outsourced labor, decreases the use of materials and tools and reduces the costs of the final product. The project aims to develop a product which makes the user life easier by offering freedom during the assembly and use of the furniture.

Keywords: *Modulate furniture; Composite; usability.*

3. Introdução

O mobiliário que compõe o arranjo espacial de uma residência ou escritório é sem dúvida, o espelho que reflete simbolicamente a organização sócio-cultural de um determinado núcleo, seja ele familiar, organizacional, empresarial etc.

Segundo Baudrillard (S.D.), no meio ambiente Tradicional[15], a mensagem que os objetos passavam era diferente de hoje em dia,

[15] Aqui o autor utiliza o termo "Tradicional" referindo-se às organizações familiares de antigamente.

compreendendo então que a configuração do mobiliário é uma imagem fiel das estruturas sociais de uma época.

Nos lares tradicionais, a sala de jantar, por exemplo, com sua mesa e cadeiras entalhadas, configuravam, de forma clara, a hierarquia familiar. As cristaleiras, arcas e armários, tais como vitrines, exibiam com pompa e até mesmo um pouco de soberba, os cristais, porcelanas e pratarias da família.

Já nos dias de hoje, devido ao ritmo de vida e as novas estruturas familiares, os móveis caracterizam-se como objetos de múltipla função. Devem entrar e sair de cena quando solicitados, preferencialmente integrando-se ao espaço, tornando-se invisíveis se possível, haja visto que o espaço, propriamente dito, transformou-se em artigo de luxo nos lares e escritórios contemporâneos.

Sendo assim, este trabalho busca realizar uma pesquisa que leve ao desenvolvimento de um conjunto de elementos ou peças que, devidamente encaixados(as), permitam a montagem de um móvel sob medida simples, prático e discreto, de modo a facilitar a vida do usuário.

4. Justificativa

Os móveis antigos eram feitos por artesãos e tinham um grande valor por sua exclusividade e qualidade duradoura, eram móveis feitos para passarem por gerações.

Com o surgimento da indústria começa a produção em massa, suas características mudaram; a produção aumentou e se padronizou, tornando o móvel mais acessível à maioria da população.

O setor moveleiro aumentou sua tecnologia dando ao móvel características diferentes. O móvel já não possui mais a mesma função que determinava por exemplo a hierarquia no núcleo familiar, hoje o móvel compõem o contexto do ambiente secundariamente, mas se destaca por diversas outras características como arrojo, tecnologia dos materiais, acabamento, praticidade, estética, custo-benefício, etc, logo, pensar em um sistema mobiliário que atenda a estas e outras características é de fundamental importância para suprir as necessidades das novas configurações sociais, pois:

"A 'ausência' de estilo é primeiro ausência de espaço e a funcionalidade maximal, uma solução da adversidade onde, o domicílio, sem perder seu confinamento, perde a organização[16]" (Baudrillard, S.D., p.23,).

5. Objetivo

A realização desse projeto visa oferecer ao mercado um produto versátil, econômico e inovador, que permita ao usuário autonomia de compra, transporte e montagem seu próprio mobiliário da maneira mais conveniente possível, flexibilizando assim seu uso, pois este terá a opção de configurar o móvel da melhor maneira a satisfazer suas necessidades com praticidade e economia de tempo e dinheiro.

[16] Neste sentido, o termo "Organização" refere-se àquela organização tradicional e simbólica.

6. Metodologia de Projeto

Problematização:

- Reconhecimento de Problema
- Delimitação do Problema
- Formulação do Problema
- Ishikawa; Espinha de Peixe e Diagrama de Causa e Efeito.

- **Levantamento de Dados:**
- Ficha dos Similares
- Análise Estrutural
- Análise de encaixe
- Análise de montagem
- Diferencial Semântico
- Mapa de Materiais
- Perfil de Usuários
- Enquete ou Questionário
- Tabulação de Resultados

Análise dos Dados:
- Similares
- Mapa Preço-Valor
- Usuários
- Aspectos Técnicos

Síntese:
- Uso
- Aspectos Técnicos
- Materiais
- Processos de Produção
- Definição dos Requisitos da Necessidade do Usuário
- Diferenciais do Produto em Relação aos Similares.

Geração de Alternativas:
- Morfograma ou Caixa Morfológica
- Matriz Concepção

Seleção da Melhor Alternativa:
- Matriz de Avaliação (Método)
- Alternativa Selecionada
- Justificativa da Escolha
- Modelo Volumétrico

Detalhamento Técnico:
- Vistas Ortográficas

- Lista de Componentes e Sub-Sistemas
- Especificação de Material

7. Ishikawa; Espinha de Peixe eDiagrama de Causa e Efeito.

O Diagrama de causa e feito de Ishikawa foi utilizado neste projeto para chegar as prováveis causas de um problema que julgamos primordial, a curta vida útil de um mobiliário.

Pelo excesso de deslocamento, de montagem, desmontagem e matéria prima de baixa qualidade os mobiliários têm uma diminuição considerável de tempo de uso, portanto após esse período de utilização, esse mobiliário se torna um entulho em sua residência, lhe causando problemas financeiros com manutenção ou até mesmo com seu descarte pós uso.

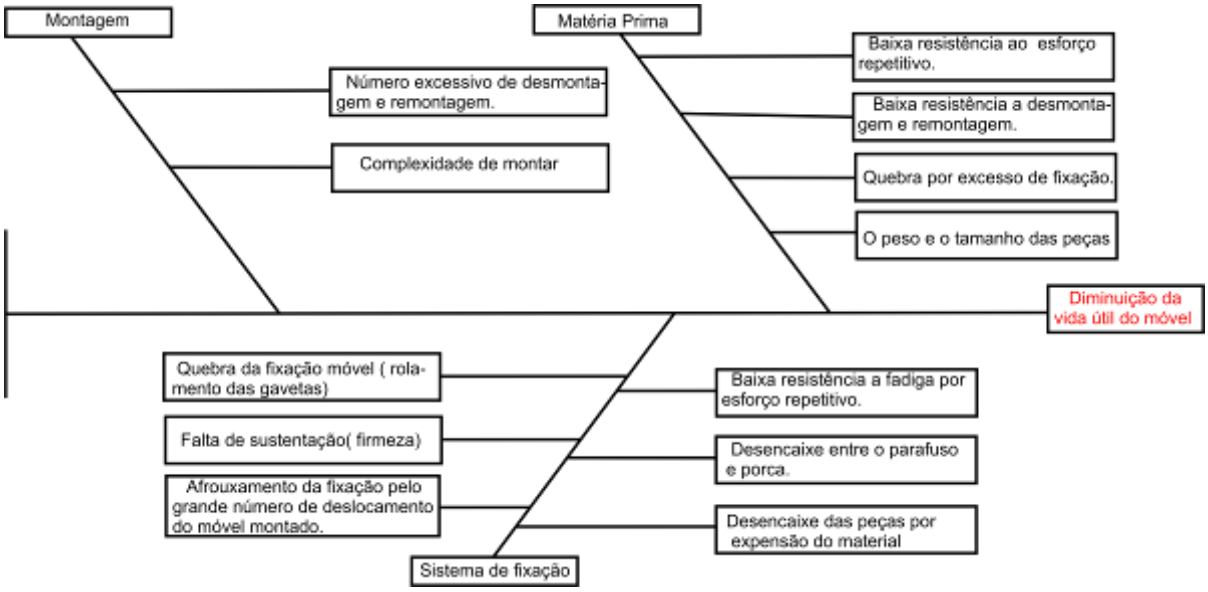
Portanto discriminamos alguns fatores que podem ser a causa desse problema como: matéria prima, montagem e sistema de fixação, e com isso poderemos verificar o foco principal do problema e soluciona-lo melhor e com mais rapidez.

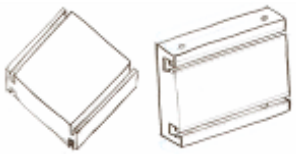
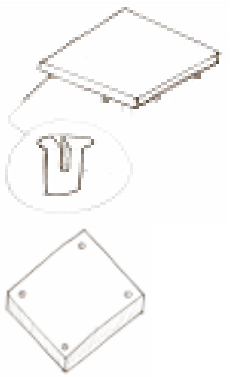
8. Geração de Alternativas

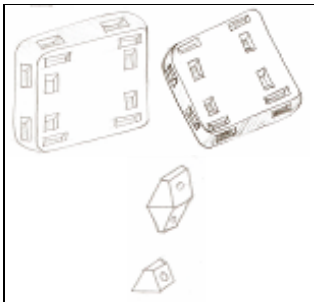
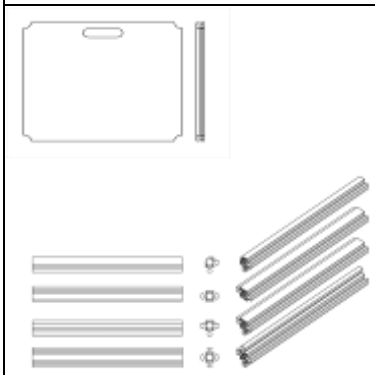
Segundo as pesquisas realizadas foram desenvolvidas algumas alternativas, buscando uma solução adequada ao objetivo proposto pelo projeto: Desenvolver um móvel composto por módulos idênticos que possam ser montado de acordo com a necessidade de cada usuário.

Por meio de análises morfológica, estrutural e similares, mapa de materiais entre outras técnicas metodológicas, foram selecionadas as melhores formas de encaixe que atendessem as necessidades do projeto.

9. Resultados e Discussão


Montagem
Matéria Prima
Número excessivo de desmonta-gem e remontagem.
Complexidade de montar
Baixa resistência ao esforço repetitivo.
Baixa resistência a desmonta-gem e remontagem.
Quebra por excesso de fixação.
O peso e o tamanho das peças
Diminuição da vida útil do móvel
Quebra da fixação móvel (rola-mento das gavetas)
Falta de sustentação(firmeza)
Afrouxamento da fixação pelo grande número de deslocamento do móvel montado.
Sistema de fixação
Baixa resistência a fadiga por esforço repetitivo.
Desencaixe entre o parafuso e porca.
Desencaixe das peças por expensão do material

Alternativas	**Descrição**
	Alternativa 1 Encaixe simples e unificado, não possibilita o fechamento do cubo (fundo), seu empilhamento é possível somente entre cubos, não permite variações de dimensões na montagem do móvel. Material proposto: madeira plástica ou madeira (MDF).
	***Alternativa 2*** Peça usinada em duas formas diferentes que se encaixam, formando um cubo aberto quando encaixadas, necessita de um limitador ou elemento de fixação (parafuso) pra melhor resistência à fratura e melhoria da qualidade. Material proposto: madeira plástica ou madeira (MDF).
	***Alternativa 3*** Essa peça apresenta melhorias com objetivos de diminuir as falhas de fragilidade pela pequena área de contato e apoio para o encaixe colocamos uma proteção para o pino frontal para evitar lesões, caso o usuário esbarre nele sem intenção, maior área de contato aumentando à resistência a fratura (quebra). O empilhamento é isolado entre cubos, nenhum sistema de encaixe entre eles, não permite a variação de dimensões. Material proposto: madeira plástica ou madeira (MDF).

	***Alternativa 5*** Peça usinada de uma única forma que será unida por cunhas dando forma ao móvel de acordo com a necessidade do cliente, podendo variar suas dimensões como largura, altura e comprimento. Esse tipo de usinagem nos permite o empilhamento dos cubos ou diferentes montagens, boa resistência à fratura, pois o contato entre os lados nos proporciona uma área maior para distribuir o peso dos objetos e um ótimo design. Material proposto: madeira plástica ou madeira (MDF).
	***Alternativa 6*** Móvel baseado em um sistema de encaixe de peças idênticas, utilizando (4) quatro tipos diferentes de encaixe, que nos permite uma versatilidade maior de montagem. Permitem-nos um fechamento completo do cubo e mesmo variações de dimensões dos componentes do mobiliário, tendo ainda uma boa resistência à fratura, corrosão e outras qualidades em propriedade mecânica. Material proposto: Madeira plástica ou madeira (MDF).

Quadro 1- Forma e descrição das alternativa

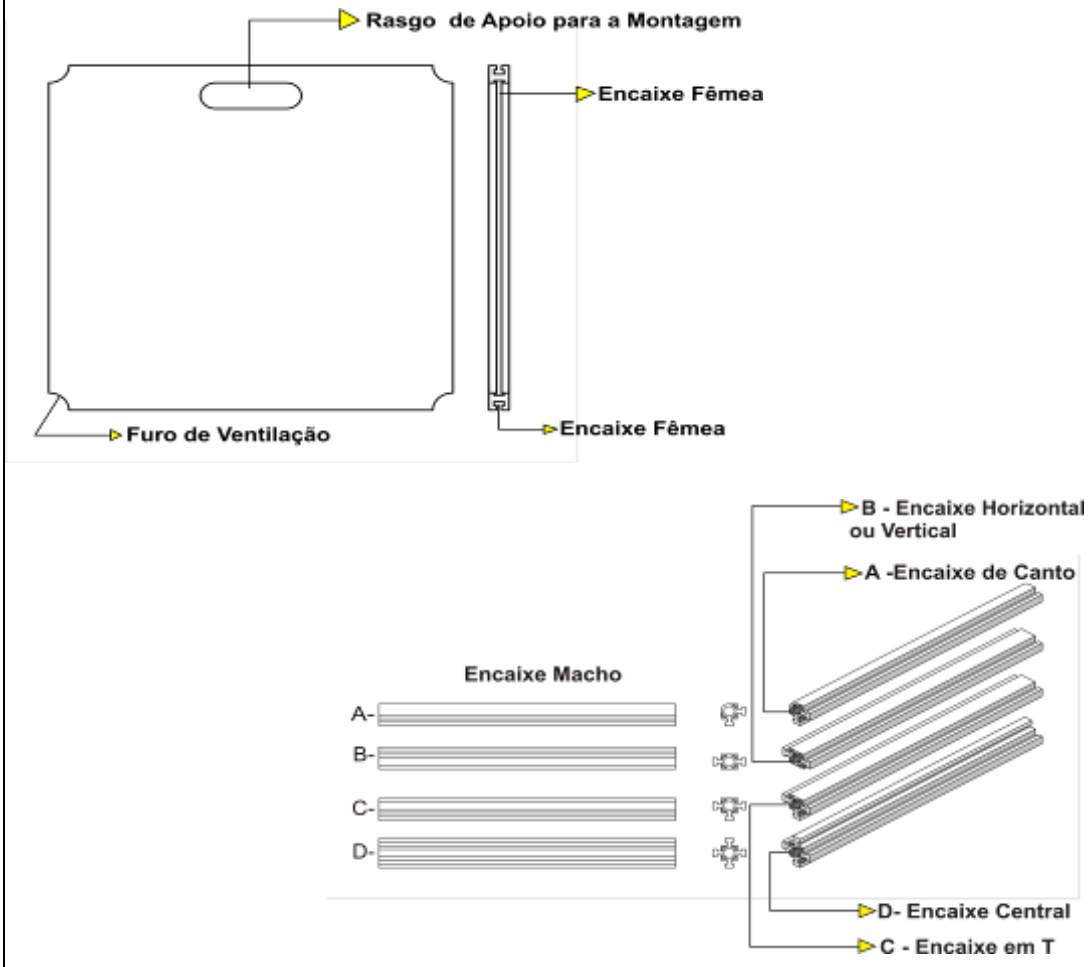
10. Alternativa Selecionada

A peça selecionada após as análises das alternativas, foi a que nos ofereceu a melhor forma, nos dando a opção de determinar uma única forma, com quatro(4) perfis de encaixes diferentes, que irá nos proporcionar uma variedade maior na função exercida pelo móvel no ambiente, atendendo as necessidades específicas de cada usuário.

Matéria prima : Peça: Madeira Plástica
Encaixe: Alumínio

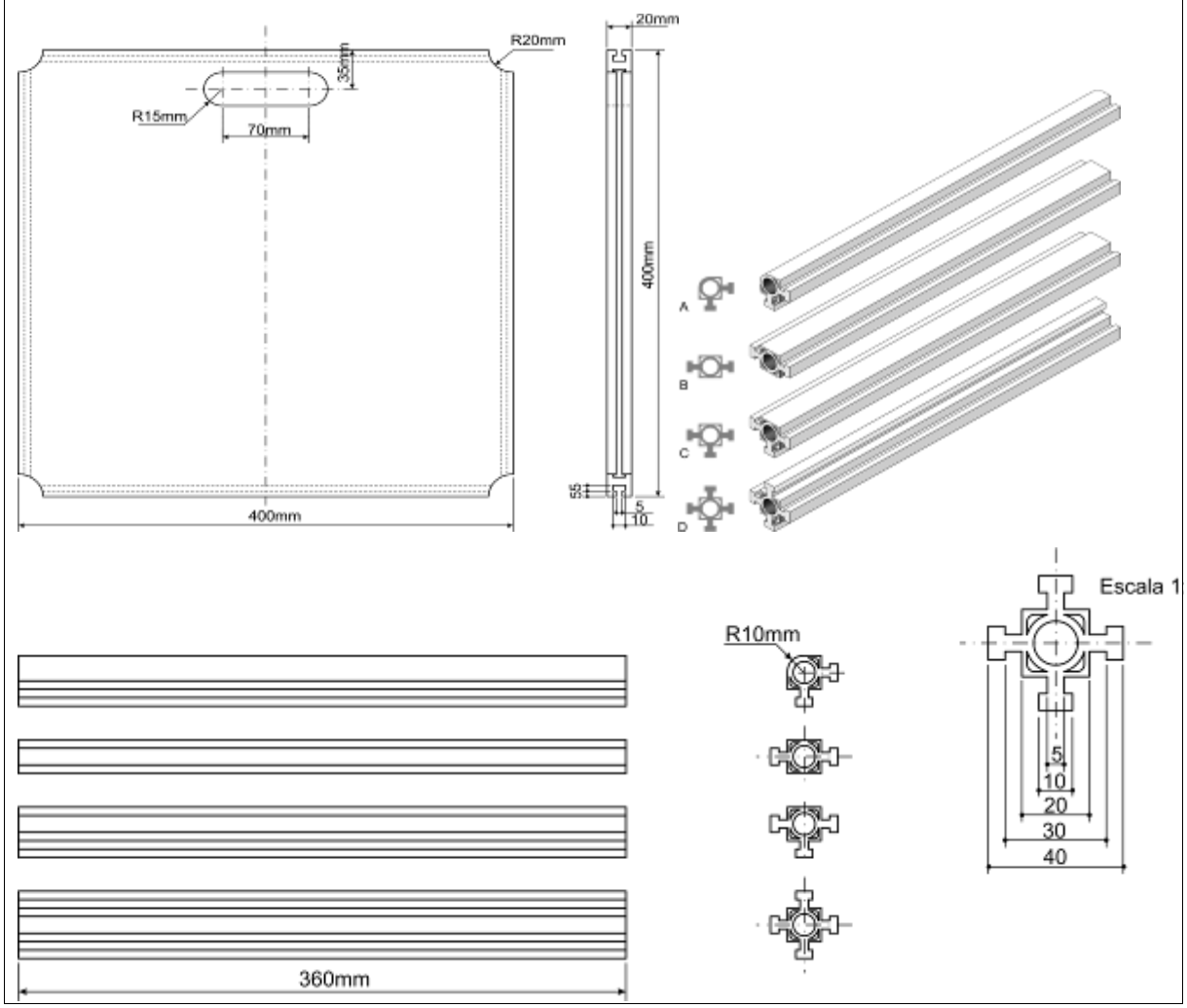
Processo de Produção: Usinagem

10.1 Lista de componentes e sub-sistemas



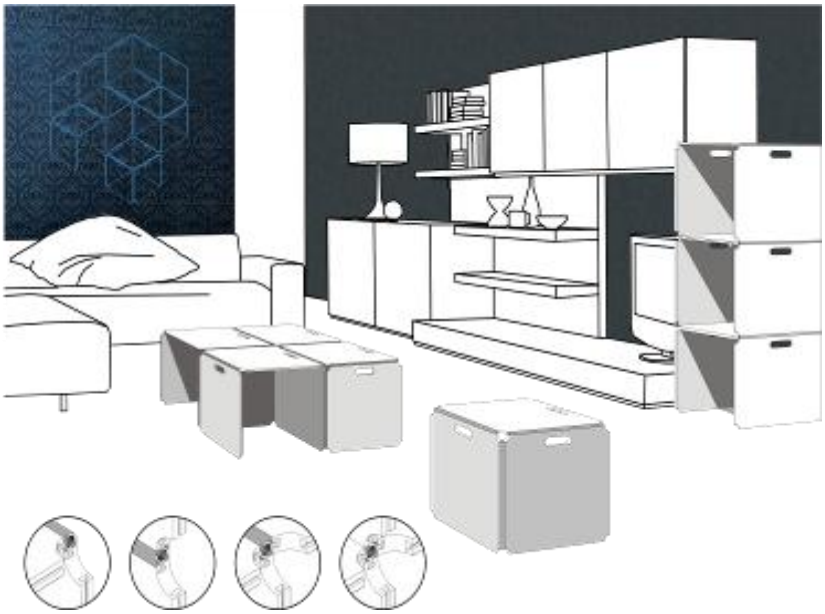
Quadro 2 - componentes e sub-componentes da peça selecionada

10.2 Detalhamento Técnica - Vistas Ortográficas



Quadro 3 - Detalhamento técnico da peça selecionada

10.3 Mobiliário ambientado



Quadro 4- Móvel Ambientado

11. Considerações finais

O Design caracteriza-se, em parte, por sua incessante busca pela configuração "ideal" das coisas[17]. Aquela que consiga sintetizar forma e função de um objeto sendo ainda capaz de atender às necessidades do homem, minimizando, ou quem sabe até, eliminando qualquer possibilidade de constrangimento causado por seu uso.

Sabe-se, pois, que a perfeição é algo inatingível por sua subjetividade, considerando que, aquilo que é ideal para um indivíduo pode não ser para outro.

Frente a um conceito tão insubstancial, resta-nos pensar naquilo que nos é imediato. Aquilo que nos permita medir, tocar, avaliar ou melhorar dentro dos critérios por nós mesmos destacados como prioritários e/ou relevantes.

Neste sentido, o que este trabalho propôs foi, antes de mais nada, uma avaliação da nova formatação dos espaços interiores, para depois pensar nas necessidades do homem contemporâneo.

Por fim, utilizando-se das ferramentas metodológicas características do Design, buscou-se criar algo que atendesse às necessidades desse homem contemporâneo, anteriormente identificadas, priorizando, entre outros, valores como sustentabilidade, estética, versatilidade, custo e ergonomia.

[17] Para que o temo não soe demasiadamente coloquial, aplica-se a ele um sentido mais amplo como aquele proposto por Jean Baudrillard ou Charles S. Peirce ou até mesmo João Gomes Filho.

Desenvolver um móvel baseado em um sistema de encaixe de peças idênticas, dentro da lógica do "Faça Você Mesmo[18]", nos pareceu a melhor e mais prática solução para atender o usuário moderno que, pela falta de tempo e espaço, busca em um móvel, características múltiplas.

A proposta do desenvolvimento de um móvel modular tem mostrado extrema importância por meio de todas as pesquisas e análises realizadas.

O trabalho alcançou os objetivos traçados, ou seja, as necessidades dos clientes foram supridas, após as análises dos similares e estrutural, estudos ergonômico e de materiais e de formas e encaixes, foi desenvolvido um mobiliário que se define por algo prático, econômico e versátil, num material ecologicamente correto, que nos permite a reciclagem ou a reutilização do mesmo após a utilização total de vida útil do mobiliário desenvolvido.

12. REFERÊNCIA

BAUDRILLARD, JEAN; *O Sistema dos Objetos* : Editora Perspectiva

Metodologia de Projetos; *FATEA - Faculdades Integradas Teresa D'Ávila; 2008*

[18] Referência à publicação especial das revistas "Seleções Reader's Digest" chamada "Faça Você Mesmo" (déc. 70 – 80) e que inaugurou esse novo gênero de publicação – manuais de fabricação caseira de diversas coisas.

DESENVOLVIMENTO DE UM PARACICLO URBANO: ESTUDO DE CASO DE UM EQUIPAMENTO PARA ESTACIONAR BICICLETAS NO MUNICÍPIO DE LORENA, SP

Jackeline Faria Vilela
Rosinei Batista Ribeiro
Nelson Tavares Matias

Faculdades Integradas Teresa D'Avila - FATEA

Resumo

A cidade de Lorena é conhecida como a capital das bicicletas no país, pelo menos 30 mil habitantes usam na como principal meio de transporte, e isso implica na usabilidade de 70 mil bicicletas todos os dias, numa relação estatística de quase uma bicicleta por habitante. A motivação e a iniciativa de implantar os paraciclos no município é incentivar as pessoas a usar em suas bicicletas como principal meio de transporte e trazendo benefícios tanto para o usuário como para o meio ambiente, visualiza-se um lugar adequado, de fácil acesso, ágil e seguro para estacionar. O paraciclo é um estacionamento destinado a bicicletas, que será implantado em diversos pontos da cidade, trazendo estrutura de segurança, conforto e facilitando o acesso dos ciclistas. Para o desenvolvimento será feita a analise de similares, analise de materiais, ergonomia processo de fabricação, problematização e pesquisas.

Palavras-chave: Mobiliário Urbano; Paraciclo; Design.

Introdução

Segundo a Secretaria Nacional de Transporte da Mobilidade Urbana[19] (2007) verificou o crescente uso da bicicleta como meio de transporte, ora não somente para atividade de lazer, mas por motivos de trabalho adequado ao papel que se desempenha nos deslocamentos urbanos de milhares de pessoas.

A inclusão da bicicleta em centros urbanos deve ser considerada como elemento fundamental para a implantação do *Conceito Mobilidade Urbana* para construção de cidades sustentáveis, contribuindo para a redução do custo na movimentação das pessoas e da degradação do meio ambiente.

As bicicletas são os veículos mais utilizados no país, sendo a única alternativa da maioria das pessoas independentemente da classe social a ser utilizada por pessoas que querem manter a forma física e usam como principal meio de transporte. Portanto, o veículo prático de acesso a todos os lugares, como por exemplo, as residências, pelo fato de que o transporte coletivo

[19] Instituída no Ministério das Cidades com finalidade de formular e implementar a política de mobilidade urbana sustentável.

público, via ônibus nem sempre atinge a qualidade desejável da comunidade. (Secretária Nacional de Transporte da Mobilidade Urbana, 2007).

Existem dois tipos de estacionamento para bicicletas, primeiro, o mais simples é o paraciclo, que pode ser fixado no piso, parede, teto ou pode ser móvel, no qual as bicicletas são ordenadas e presas com um cadeado ou corrente, garantindo a segurança. Este mobiliário urbano é muito conhecido na Ásia e na Europa, pode ter vários formatos e abrigar uma ou mais bicicletas.

O segundo o mais conhecido é o bicicletário que é um estacionamento que utiliza os mesmos dispositivos para o acondicionamento das bicicletas com acesso controlado.

Os paraciclos são estacionamentos destinados a curta e média duração, possui no máximo 25 vagas, de uso público e sem controle de acesso, pressupõe serem instalados em ruas comerciais, entrada de edifícios públicos, escolas e hospitais. O projeto mais comum é o suporte tipo "*Sheffield"* simples e usado principalmente na Inglaterra, sendo construído de diversas formas num tubo monobloco com duas dobras em ângulo reto.

O município de Lorena está localizado no Vale do Paraíba interior de São Paulo, fundada em 1788 em função da travessia do ouro que deslocava de Minas Gerais e que era enviada a corte, devido a sua localização 182 km de São Paulo e a 225 km do Rio de Janeiro (entre as serras da Mantiqueira e a serra da Bocaina).

JUSTIFICATIVA

- Planície das vias de Lorena: facilita o transporte de bicicletas.
- Analise Econômica: bicicletas é o veiculo, mas acessível e de baixo custo para a população, podendo ser utilizada por qualquer pessoa não importando a classe social.
- Pequena distancia entre o centro urbano e os bairros: facilitando o uso das bicicletas.
- Uso de materiais e processos inadequados na construção: materiais muito densos que dificultam o transporte e corrosão dos paraciclo causada pelas condições ambientais, urbanos e industriais.

Portanto a elaboração deste projeto é atender as necessidades da população de Lorena, e desenvolver um modelo que atenda os usuários e que se diferencie através de formas mais atuais, materiais diferenciado para que haja durabilidade ao produto.

OBJETIVOS

GERAL: Desenvolver um modelo de um paraciclo adaptado para o município de Lorena, SP.

ESPECIFICO: O paraciclo será leve, fácil transporte, utilizando materiais resistentes à corrosão e que seja intercambiável eliminando o processo de fixação.

OPERACIONAL: Incentivar o uso da bicicleta e proporcionando mais conforto para a população.

METODOLOGIA

Para elaboração do projeto, será adotado o seguinte processo metodológico:

- Problematização;
- Levantamento de Dados;
- Levantamento de Dados no IBGE;
- Estudos dos Materiais;
- Estudos Ergonômicos;
- Desenho Técnico;
- Rendering;
- Modelo Volumétrico;
- Apresentação.

PROBLEMATIZAÇÃO

Reconhecimento do Problema

Os paraciclos precisam ser melhorados em alguns quesitos. A falta de um lugar adequado e que não sejam convenientemente localizados podem trazer alguns transtornos para os usuários, impedindo a população de usarem suas bicicletas.

Delimitação do Problema

- Falta de Apoio para os quadros
- Conflito entre as Bicicletas
- Acomodações para todas as bicicletas
- Corrosão e Massa Específica

Formulações do Problema

Falta de Apoio nos Quadros

Os paraciclos que fixam as bicicletas por somente encaixe das rodas, são inadequados podendo torcer o aro, entortar os raios e os discos de freio de bicicletas com estes dispositivos. A bicicleta precisa ter dois pontos de apoio para sustentá-la.

Conflito entre as bicicletas

O espaçamento de um paraciclo é mínimo, e as bicicletas acabam não interagindo uma com a outra, fazendo com que haja choques entre elas, danificando os cabos, freios e dificulta a colocação de cadeados.

Acomodações para as bicicletas.

As bicicletas precisam ser adaptadas ao paraciclo independente do seu modelo e tamanho, a falta de adaptação, faz com que os usuários deixem de estacionar em local apropriado para utilizarem outros meios como as ruas e as calçadas, sem segurança e atrapalhando o ciclo entre pedestres e veículos motorizados

Corrosão e Massa Especifica.

Os materiais utilizados nos paraciclos são o aço carbono (SAE 1020), favorece a corrosão por causa das condições do ambiente urbano e industrial, esses tipos de materiais são muito densos e acaba dificultando o transporte.

RESULTADO E DISCUSSÃO

LEVANTAMENTO DE DADOS

Ficha de Similares

A ficha de similares tem por objetivo coletar diferentes informações de cada um deles para colaborar com o desenvolvimento do produto.

Para a ficha de similares foram analisados seis modelos de paraciclos, sendo alguns para linha comercial como lojas, indústrias e condomínios, e outros para uso urbano.

Similar 1
Produto

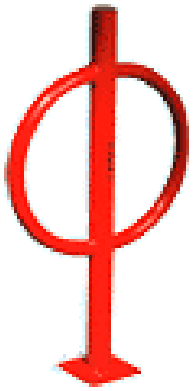


Figura 21. Paraciclo Plus

Fonte: Ciclo parking

Especificação
Fabricante: Ciclo Parking
Modelo: Plus
Dimensões: 900 x 410 mm
Material: Aço com tubo de 2”/515mm
Preço Médio: Não informado
Descrição: Modelo utilizado para uso em calçadas, ideal para espaços estreitos, individual e embutido no solo.

Similar 2
Produto

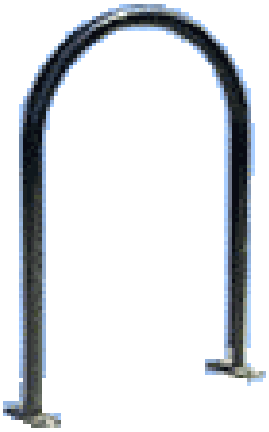


Figura 22. Paraciclo Uno

Fonte: Ciclo Parking

Especificação
Fabricante: Ciclo Parking
Modelo: Não informado
Dimensões: 850 x 600 mm
Material: Aço Carbono
Preço Médio: Não informado
Descrição: Modelo original de onde derivam os demais modelos da empresa apóia a bicicleta em dois pontos, permite trancar quadro e rodas, uma unidade estaciona duas bicicletas e embutido no solo.

Similar 3
Produto

Figura 23. Paraciclo (Modelo Não Informado)

Fonte: Complexy Host

Especificação
Fabricante: Complexy Host
Modelo: Não Informado
Dimensões: 1,5m
Material: Alumínio
Preço Médio: R$275,00
Descrição: Paraciclo com estacionamento para os dois lados, capacidade para nove vagas, fixado no chão e as bicicletas são presas pela roda.

Similar 4
Produto

Figura 24. Paraciclo (Modelo Não Informado)

Fonte: K9 Sports

Especificação
Fabricante: Altamayer
Modelo: Não Informado
Dimensões: 1050 x 600 mm
Material: Alumínio

Preço Médio: R$: 197,00
Descrição: Pode ser fixado tanto no chão quanto na parede, possui vagas para cinco bicicletas, podendo ser trancadas pelos aros e ficam em ângulo de 90 graus e pode ser utilizado em indústrias ou em expositor de lojas.

Similar 5
Produto

Figura 25. Paraciclo (Modelo Não Informado)

Fonte: K9 Sports

Especificação
Fabricante: Altamayer
Modelo: Não informado
Dimensões: 740 mm
Material: Alumínio
Preço Médio: R$ 167,00
Descrição: Pode ser utilizado em indústrias, condomínios ou como expositor em lojas.

Similar 6
Produto

Figura 26. Paraciclo Rio
Fonte: Ciclo Parking

Especificação
Fabricante: Ciclo Parking
Modelo: Rio
Dimensões: 900 x 450 mm
Material: Não Informado
Preço Médio: Não Informado
Descrição: Paraciclo para alta intensidade de uso, prende quadros e rodas, estaciona duas bicicletas por suporte e embutido no solo.

Considerações finais

A construção de paraciclos consiste em um suporte que pode ser soldado em uma única peça ou serem elementos isolados e fixados próximos aos outros, geralmente presos com grampos ou pesados para que não possa ser levado junto com as bicicletas.

A implantação de paraciclos é muito simples, pois requer apenas um espaço suficiente para abrigar um pequeno número de bicicletas.

Referências

TRANSPORTE DA MOBILIDADE URBANA, Secretaria Nacional de Transporte. Coleção Bicicleta Brasil: Programa Brasileiro de Mobilidade por Bicicletas. **Caderno Site**, Brasília,2007 .Disponível em< www.cidades.gov.br > Acesso em 2010.

ALCANTARA, Adilson. **Manual do Bicicletário**: Ascobike Mauá.2009.Disponível em<www.ascobike.org.br> Acesso em 2010.

TRANSPORTE ATIVO, Associação.**Bicicletário**: diagramas para a construção e instalação. Março 2009 Disponível em <www.ta.org.br> Acesso em 2010.

CICLO PARKING, Empresa especializada em bicicletários e paraciclos. Disponível em <www.cicloparking.com.br> Acesso em 2010.

K9 SPORTS, Empresa especializada em bicicletas, paraciclos, bicicletarios e acessórios. Disponível em <www.k9sports.com.br> Acesso em 2010.

COMPLEXY HOST, Empresa especializada em paraciclos e bicicletarios. Disponível em <www.complexyhost.com.br> Acesso em 2010.

Eduardo Lourenço Figueira

Faculdades Integradas Teresa D'Ávila - FATEA

Resumo

Sendo a dislexia um dos distúrbios de déficit de atenção, é um problema para os educadores do ensino fundamental no país e no mundo. Este projeto propõe criar peças ilustrativas que farão parte de um livro infantil que servirá de ferramenta auxiliar na alfabetização de portadores deste distúrbio, que serão compostas a partir da coleta de informações sobre a dislexia, da análise do comportamento de um portador mediante a apresentação do desenvolvimento experimental com base em fundamentação no campo da semiótica aplicada em ilustrações lúdicas e das análises baseadas em conceitos psicopedagógicos e fonoaudiológicos.

Palavras-chave: Dislexia; Ilustração; Infantil.

Abstract

Is the dyslexia one of attention deficit disorder and it's a problem for teachers of basic education on Brazil and the world. This project proposes to create illustrative concepts that will be part of book for kids that will be used as an auxiliary tool to assist in literacy of patients with this disorder, which will be composed from the collection of information on dyslexia, behavior analysis of a patient upon presentation of the development based on experimental basis in the field of semiotics applied playful illustrations and analysis based on concepts psychopedagogic and speech pathologic.

Keywords: *Dyslexia; Illustration; Kids*.

Introdução

A dislexia é de fato um problema para pedagogos que lidam com a alfabetização no ensino fundamental. Os casos de dislexia atingem de 5% a 17% no mundo e é parte de um conjunto de distúrbios de aprendizagem que mais causam reprovações durante fase de alfabetização, segundo a Associação Brasileira de Dislexia (ABD). Considerado um problema genético e incurável, este distúrbio, ainda sim, possui diversos tratamentos psicopedagógicos que auxiliam na educação de uma criança com esta deficiência.

Mas a carência de ferramentas direcionadas diretamente a este propósito dificulta a continuidade do processo em muitos centros educacionais.

Tendo ciência deste problema, este projeto propõe elaborar ilustrações a partir de estudos fonoaudiológicos e psicopedagógicos que organizadas em um livro se torne um auxilio na educação infantil.

Utilizando-se de estudos na área de pedagogia, notando os problemas na escrita e leitura, estudos na área de fonoaudiologia, como detecção de problemas de compreensão e emprego das palavras na fala, será compilada uma série de ícones que se utilizarão da semiótica para o desenvolvimento de ilustrações com caráter terapêutico que serão inseridas em um livro infantil.

Com esta ferramenta espera-se elevar o grau de adaptação de crianças disléxicas no processo de alfabetização por meio de ilustrações lúdicas.

Justificativa

No Brasil ainda é difícil à detecção da dislexia por parte das instituições de ensino, por necessitar de observação de diversos profissionais. "Uma equipe multidisciplinar, formada por Psicólogo, Fonoaudiólogo e Psicopedagogo Clínico deve iniciar uma minuciosa investigação. Essa mesma equipe deve ainda garantir uma maior abrangência do processo de avaliação, verificando a necessidade do parecer de outros profissionais, como Neurologista, Oftalmologista e outros, conforme o caso" (ABD, 2010)

A área de pesquisa neste campo acaba sendo muito limitada e de difícil acesso para muitos, atrasando e dificultando o tratamento.

Existe a necessidade de se desenvolver novos métodos, que amenizam a dislexia, em um custo acessível e inserido no aprendizado para auxiliar no tratamento.

Por se tratar de uma anomalia diretamente ligada a percepção, estudos ilustrativos com composições icônicas baseados nos conceitos de semiótica e com base na análise comportamental dos indivíduos portadores.

Diante das experiências com as ilustrações, sob supervisão pedagógica serão desenvolvidas peças que farão parte de um livro infantil direcionadas ao propósito de servir de ferramenta auxiliar para o tratamento de dislexia.

Objetivo

Compor Ilustrações direcionadas para visar melhorias na adaptação ao sistema de alfabetização de crianças disléxicas, primeiramente conhecendo as características da dislexia, analisando o comportamento de uma criança dislexia durante a sua aprendizagem e analisando composições similares para ter base na aplicação para as peças ilustrativas.

Metodologia

Primeiramente será estudada a dislexia num contexto geral por meio de pesquisa bibliográfica para se obter base para uma pesquisa experimental, que será aplicada a uma criança disléxica. Serão desenvolvidas ilustrações de acordo com os dados coletados na experiência com a criança, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos no campo de estudos semióticos, por meio de referenciais bibliográficos e analise de similares como o método de cartões fonomímicos (figura 1)

Figura 1: Cartão fonomímico, peça componente do kit Dislexia Abecedário e Silabário: Método Fonomímico.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISLEXIA. Dislexia - Definição, Sinais e Avaliação. Disponível em: http://www.dislexia.org.br/abd/dislexia.html Acesso em: 7 de abr. 2010.

CARAMELLA, Elaine. História da Arte – Fundamentos Semióticos. Universidade do Sagrado Coração, 1998.

JUNIOR, Norval Baitello A Era da Iconofagia – Ensaios de Comunicação e Cultura. Hacker Editores, 2005.

TELES, Paula Dislexia: Método Fonomímico. Editora Distema, 2008

ÓRTESE PARA MANIPULAÇÃO DE TECLADOS DE COMPUTADORES.

Samantha Carvalho Xavier
Glauco José Rodigues Azevedo
Nelson Tavares Matias

Faculdades Integradas Teresa D'Ávila - FATEA

Resumo

O tema proposto para Trabalho de Conclusão de Curso é uma órtese para manipulação de teclados de computadores, destinados a aqueles indivíduos que apresentam um comprometimento do movimento das mãos e necessitam de um dispositivo ortopédico para melhorar/corrigir a limitação do movimento dos dedos, mãos e punho provocado por lesões parciais dos membros superiores.

Este projeto tem como objetivo principal a inclusão social, possibilitando a inserção ou reinserção no mercado de trabalho, dos deficientes físicos, auxiliando na interação homem – computador, contribuindo assim para a sua integração no "espaço digital".

O desenvolvimento de pesquisas e aplicação de técnicas ergonômicas tem como objetivo posicionar e manter o alinhamento correto das articulações. Também será realizado um estudo sobre os diversos materiais, resistência e durabilidade, definindo um material que melhor atenda as exigências deste projeto. Será necessário conhecer profundamente o usuário para que seja aplicado no produto um design que melhor se adapte as suas necessidades.

Palavras-chave: Órtese, Ergonomia, Teclado, Design.

Introdução

Há 3.500 anos, trabalhos ortopédicos já eram detectados em múmias no Egito. Na falta de um dedo, foi encontrada uma prótese de couro e madeira, para substituir o membro. Naquela época, as órteses eram utilizadas como simples talas, a partir daí, foi iniciado o processo de imobilização que serviria como auxilio no reparo e restauração do tecido ósseo, no tratamento de fraturas.

Segundo Luzo; Melo; Capanema (2004, pag. 99), o primeiro manual de órteses, com instruções para confecção de armaduras, pode ser datado em 1952.

A Primeira Guerra Mundial trouxe um grande progresso clínico, mas o notável avanço cientifico só pode ser notado depois da Segunda Guerra Mundial. Os soldados veteranos voltavam das batalhas feridos, com graves lesões musculoesqueléticas, neuromusculares ou amputações, com isso, houve um aumento drástico na fabricação de próteses e órteses.

Diferentemente das próteses, as órteses são dispositivos acoplados a algum segmento corporal, sendo utilizada para ajudar ou substituir alguma deficiência motora, buscando posicionar e imobilizar o membro ou parte a ser corrigido. Há então, uma correção de disfunções – órtese - e não uma reposição de membros ou segmentos amputados acidentalmente ou cirurgicamente – prótese (Quadro 1) (REY, 1999).

Geralmente as órteses são utilizadas para substituir funções ausentes, ou restauração dessa função a médio ou longo prazo, ajudar o movimento de músculos enfraquecidos e também corrigir deformidades.

A ortótica refere-se a reabilitação, que tem por objetivo a adaptação, a construção e o treinamento para o uso dos dispositivos especiais que podem ser aplicados a um paciente para recuperar ou substituir uma função perdida (TROMBLY,1989, pag.243). As órteses constituem um importante recurso terapêutico, pois podem atuar na melhora de pacientes que apresentem as mais variadas patologias.

Os materiais para confecção, qualidade e tecnologia, estão em constante desenvolvimento, pois em épocas remotas, as órteses eram fabricadas com material denso e pesado, desconsiderando a estética e a comodidade para seu uso. Hoje, são utilizados polímeros, termoplásticos, que podem ser de alta ou baixa temperatura, e metais leves como alumínio, que deixam a órtese em condições mais apropriadas ao usuário.

A órtese desenvolvida caracterizará um importante recurso na interação homem-máquina, podendo atuar na melhora dos relacionamentos sociais e desenvolvimento de habilidades em trabalhos ou tarefas digitais. O ser humano precisa conviver em sociedade. Entretanto, o tetraplégico que devido a algum tipo de lesão, perdeu alguns ou todos os movimentos dos membros superiores e inferiores, está impedido de fazer parte integrante dessa sociedade e mercado de trabalho. A falta de informação ou até mesmo desinteresse não conhece suas limitações e recursos para amenizá-las.

Os deficientes são encontrados para reabilitação profissional, basicamente em trabalhos artesanais, ou trabalhos abrigados em oficinas, que impede uma adequada manifestação da individualidade e da sociabilidade.

O usuário deste tipo de órtese terá acesso ao computador e suas variadas funções, ocupando seu tempo, sua mente e fazendo-o se sentir produtivo, aumentando dessa forma sua auto-estima e sua vontade de viver.

Justificativa

As limitações apresentadas por indivíduos no movimento dos braços e dedos, podem trazer obstáculos ao seu aproveitamento na sociedade. Lesões que envolvem a região dos membros superiores, particularmente, prejudicam o paciente em várias de suas atividades. A inclusão social ainda não é uma realidade total e o uso de órteses facilitará a inserção do deficiente ao mercado de trabalho. A sua integração no “espaço digital”, contribuirá para o maior grau possível de desenvolvimento dos movimentos dos membros superiores, para o

bem-estar geral, e pela melhoria da qualidade de vida para todos os cidadãos que possuem alguma deficiência motora comprometendo suas atividades, independência e auto-estima. A órtese desenvolvida facilitará os movimentos do usuário no seu cotidiano, adaptado às suas competências, na tentativa de promover a inclusão profissional e resgatar a integração social dos indivíduos em questão.

Objetivos

- **Gerais**

Desenvolvimento de uma órtese que posicione corretamente dedos e punho de indivíduos que apresentam uma limitação de movimento, facilitando assim a manipulação de teclados de computadores.

- **Específicos**

Facilitar o uso do teclado de computadores, aumentando a amplitude dos movimentos das mãos e braços em pessoas que apresentam uma limitação motora dos membros superiores.

- **Operacional**

Buscar soluções ergonômicas para melhor adaptação da órtese ao usuário. Utilizar materiais adequados, aplicando um design inovador.

Metodologia

- Problematização: para reconhecer problemas ou soluções resolvidas inadequadamente.

Levantamento de dados: informações de fabricantes, dimensões, manutenção e características especiais do produto.

Análise Estrutural: para identificar seus principais sistemas, subsistemas e componentes.

- Materiais Alternativos: estudo e identificação de materiais adequados ao projeto.

Ergonomia: estudo de medidas e formas para adaptação da órtese ao usuário.

Geração de Alternativa: criar alternativas que façam diferença positiva em relação ao mercado.

- Detalhamento Técnico: das principais vistas, perspectivas e detalhes.

- Rendering: apresentação ilustrativa.

- Apresentação: divulgação dos resultados surgidos durante o projeto.

Problematização

- **Reconhecimento do Problema**

Mesmo alcançado o seu objetivo em termos de funcionalidade, a órtese analisada apresenta problemas de natureza ergonômica, estrutural e na utilização de materiais inadequados, dificultando assim o seu uso.

- **Delimitação do Problema**

- Design;

- Material;

- Deficiências Ergonômicas;

- Peso.

- **Formulação do Problema**

Design - como o sistema foi criado para suprir uma necessidade motora, sua forma e aparência não estão adequadamente adaptadas aos seus usuários.

Material - não está sendo empregado um material adequado na extremidade da órtese, provocando um deslizamento da superfície de contato com o teclado. Também foi verificado a utilização de materiais com baixa resistência e difícil higienização.

Deficiências Ergonômicas - o apoio e o posicionamento do suporte para o polegar não são adequados aos usuários que apresentam diferenças antropométricas no tamanho de mãos e dedos.

Peso - a utilização de um material impróprio na estrutura da órtese provoca um cansaço no braço devido ao seu peso.

Levantamento de Similares

Órtese para punho e polegar: - Objetivo: Facilitar a função manual. - Fabricante: Fornecido pelo hospital Sarah Kubishek.	 Fonte: Autor.
Imobilizador de dedos: - Extenção de dedo, alinhamento e relaxamento. - Fabricante: Expansão Ind. Com. de Prod. Ortop. e Terap. Ltda.	 Fonte: Expansão

Imobilizador de punho e dedo: - Extensor de punho e dedos sem apoio tenar. - Fabricante: Expansão Ind. Com. de Prod. Ortop. e Terap. Ltda.	 Fonte: Expansão
Facilitador de punho e polegar : - Facilitar a função manual com a associação de acessórios. Fabricante: Expansão Ind. Com. de Prod. Ortop. e Terap. Ltda.	 Fonte: Expansão

Quadro 1

Referências

LUZO, M. C. M.; MELLO, M. A. F.; CAPANEMA, V. M.. Recursos Tecnológicos em Terapia Ocupacional: Órteses e Tecnologia Assistida. São Paulo: Roca, 2004.

REY, L. Dicionário de Termos Técnicos de Medicina e Saúde. Rio de Janeiro: Guanabara Kooban,1999. Disponível em: < http://usuarios.cultura.com.br/jmrezende >. Acesso em: 12 ago. 2010.

TROMBLY, C.A. . Terapia ocupacional para disfunção física. São Paulo: Santos , 1989.

CARVALHO, J. A. Órtese: Um Recurso Terapêutico Complementar. Editora: Manole , 2005.

EXPANSÃO. Órteses Tuboform. Disponível em: < http://www.expansao.com/home/site/0200.htm >. Acesso em: 13 abr. 2010.

DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO ELEVATÓRIO PARA ABERTURA E FECHAMENTO DE CILINDROS DE LAMINAÇÃO.

Josimar Giorgio Rezende
Jorge Luiz Rosa
Nelson Tavares Matias

Faculdades Integradas Teresa D`Avila - FATEA

Resumo

A busca pelo desenvolvimento e crescimento constante faz com que as empresas trabalhem de forma cada vez mais acelerada, promovendo um aumento continuo da produção e colaboração da pessoa envolvida é cada vez maior. Exigindo assim de seus colaboradores um nivel maior de dedicação. Para que as metas sejam atingidas e o processo de desenvolvimento seja realizado com sucesso, as empresas envolvem os funcionários em sistemas que visam não só o aumento da produção, como também a segurança e a qualidade do serviço e produto final. Implantado células que trabalhem em cima de fatores primordiais, como a segurança no trabalho, qualidade, 5S, produção e custo.

Sendo assim, o projeto tem como objetivo principal o desenvolvimento de um dispositivo de elevação e fechamento de cilindros de Laminação que visa atender as necessidades de segurança dentro do programa de melhoria continua da empresa.

Palavras-chave: Dispositivo; Cilindros, Elevatório,Design

Abstract

The quest for development and steady growth means that companies working in an ever faster pace, fostering a continuous increase in production and collaboration of the person involved is increasing. Thus requiring its employees to a higher level of dedication. For the targets are achieved and the development process is carried out successfully, companies involve employees into systems aimed at not only increasing production but also the safety and quality of service and final product. Implanted cells that work on top of primary factors such as safety, quality, 5S, production and cost. Therefore, the project's main objective is the development of a lifting device and closing cylinders lamination which aims to meet the security needs within the program of continuous improvement of the company.

Keywords: Devices, Cylinders, Elevation, Design

Introdução

Hoje a laminação de aços especiais esta cada vez mais produtiva, fazendo com que vários processos passem por uma manutenção cada vez mais constante, como é o caso dos cilindros de laminação. Com o aumento desta manutenção, necessita-se que seja feita dentro do planejamento para que não aconteçam problemas. Para que estas tarefas sejam cumpridas com êxito e de forma segura, desenvolveu-se um programa de melhoria contínua onde busca o desenvolvimento dos colaboradores de forma que apresentem e executem idéias que aperfeiçoem os processos de manutenção.

Através deste programa de melhoria que busca envolver os colaboradores, observaram-se as deficiências dos equipamentos utilizados, que apresentavam falta de segurança e riscos ergonômicos como podem ver abaixo. (Figura1)

Com o designer como ferramenta e analisando a situação de risco encontrado desenvolveu-se um projeto de um dispositivo que tem como principais funções garantir a segurança, a ergonômia e eficácia na execução de elevação e fechamento de cilindros de laminação. Observando este mercado crescente e altamente competitivo torna-se extremamente importante a busca de melhorias constante visando trabalhar de forma segura, pois sendo assim economicamente a empresa se torna mais competitiva.

Figura 1. – Sistema de elevação e fechamento de cilindros atual.

JUSTIFICATIVA

O projeto será desenvolvido com o intuito de aumentar a segurança e eficácia na execução da tarefa, otimizando tempo de realização, trazendo para a organização mais lucratividade.

OBJETIVO GERAL

- Desenvolvimento de um Dispositivo Elevatório para abertura e Fechamento de Cilindros de Laminação

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Dispositivo que permita elevar os cilindros de laminação, facilitando a operação, segurança e ergonômia.

METODOLOGIA

A partir de critérios estabelecidos para o desenvolvimento do projeto, será realizado o procedimento metodológico, como segue abaixo [1].

-Problematização;
-Levantamento de dados;
-Materiais alternativos;
-Resistência dos materiais
-Ergonomia;
-Desenho Técnico; (Auto Cad);
-Protótipo,
-Rendering ;
-Apresentação.

Referências

1- Callister, W.D.J; Introdução à Engª e Ciência dos Materiais Edição 5. Ed. New York. John Niley e Sons, p. 819, 2002. Callister, W.D.J; Introdução à Engª e Ciência dos Materiais Edição 5. Ed. New York. John Niley e Sons, p. 819, 2002.

2- Mike Baxter, Projeto de Produto Guia prático para desenvolvimento de novos produtos. Ed. Edgard Blucher. 1ª edição 1998.

3- PANERO, J. e ZELNIK, M. La Dimensiones Humanas em los espacios interiores. Ediciones

REDESIGN DE BOLSA DE BEBÊ

Jéssica Cette Gomes
Luiz Fernando Gorni
Nelson Tavares Matias

Faculdades Integradas Teresa D'Ávila – FATEA

Resumo

Sempre teve - se a preocupação de acomodar objetos em bolsas para facilitar seu transporte. Seguindo por esta linha, tornaram-se aparentes dificuldades na utilização de bolsas do segmento infantil. O projeto realizará o levantamento e análise destas dificuldades, procurando solucioná-las de forma funcional e estética.

Palavras-chave: transporte; segmento infantil; bolsa de bebê;ergonomia.

Abstract

Always had - to accommodate objects of concern in bags for easy transportation.
Following this line, became apparent difficulties in the use of grants from the children's segment. The project will carry out a survey and analysis of these difficulties, trying to solve them efficiently and elegantly.

Keywords: transportation; children's segment; diaper bag, ergonomics

Introdução

Não se sabe ao certo a origem da bolsa. Alguns pesquisadores perceberam certa semelhança do objeto em pinturas rupestres.

As primeiras referências de bolsa encontram-se na bíblia, uma no livro de Isaías capítulo 3: 18-22 que diz: "Naquele dia tirará o Senhor o enfeite dos anéis dos tornozelos, e as toucas, e os ornamentos em forma de meia lua; os pendentes, e os braceletes, e os véus esvoaçantes; os turbantes, as cadeiazinhas para os passos, as cintas, as caixinhas de perfumes e os amuletos; os sinetes e as jóias pendentes do nariz; vestidos de festa, os mantos, os xales e as bolsas; (...)". Em outra passagem é descriminado o modelo; esta se encontra em I Samuel 17:40 : "Tomou o seu cajado na mão, e escolheu para si cinco pedras lisas do ribeiro, e as pôs no alforje de pastor, que trazia, a saber, no surrão; e lançando mão da sua funda, foi-se chegando ao filisteu."

Figura 01 - Alforje

O alforje é um saco de couro que podia ser usado na cintura, nos ombros ou na sela dos animais. Foi à bolsa utilizada principalmente pelos homens para carregar alimentos ou dinheiro durante a Idade Antiga

Ao longo do tempo este acessório adaptou-se aos mais diversos de segmento e estilos. No segmento infantil, não existe nenhum dado marcando seu início. Hoje, é um nicho de mercado em ascensão, baseado na pesquisa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), uma vez que a porcentagem de crianças com idade de 0 (zero) a 4 (quatro) anos tem tido certo aumento ao longo dos anos. (Figura 02).

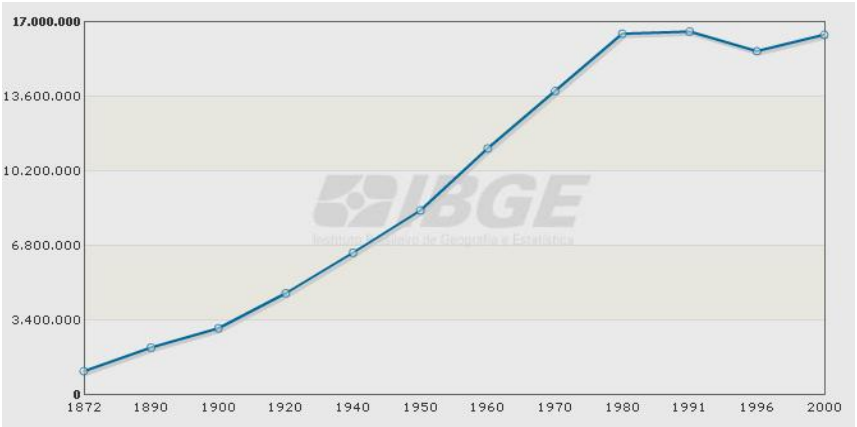


Figura 02 - Crianças de 0 a 4 anos - Total (Pessoa) Censo Demográfico 2000. Fonte: IBGE. Disponível em <http:// ibge.gov.br>

Segundo o Censo Demográfico – 2000 - IBGE, a fecundidade é tabelada a partir dos 10 anos. Os valores são divididos em quantidade de filhos por domicílio, chegando à seguinte tabela:

Tabela 01 – Quantidade de filhos por domicílio – Região Sudeste

Situação do domicílio e grupos de idade das mulheres	**Mulheres de 10 anos ou mais de idade, que tiveram filhos nascidos vivos, por número de filhos tidos nascidos vivos, e filhos tidos nascidos vivos, segundo a situação do domicílio e os grupos de idade das mulheres - Região Sudeste**						
	Total	Número de filhos tidos nascidos vivos					
		Um	Dois	Três	Quatro	Cinco	Seis ou mais
de 10 a 14 anos	9.452	7.933	1.075	280	99	65	-
de 15 a 19 anos	448.410	371.782	65.984	8.796	1.249	208	392
de 15 a 17 anos	142.793	128.104	13.202	1.011	254	122	99
de 18 a 19 anos	305.617	243.678	52.782	7.784	995	86	293
de 20 a 24 anos	1.453.577	890.849	395.203	126.003	30.595	7.433	3.493
de 25 a 29 anos	1.991.720	862.682	676.101	301.000	100.027	33.361	18.549
de 30 a 34 anos	2.340.598	682.572	890.163	473.396	170.942	68.402	55.122
de 35 a 39 anos	2.477.146	502.128	948.523	597.233	227.903	98.965	102.394
de 40 a 44 anos	2.275.478	348.978	791.225	601.992	257.622	123.575	152.087
de 45 a 49 anos	1.914.503	249.633	583.170	510.216	242.602	129.924	198.958
de 50 a 54 anos	1.529.273	178.357	392.316	369.481	205.751	127.018	256.349
de 55 a 59 anos	1.182.530	119.100	251.495	239.571	162.069	111.532	298.763
de 60 a 64 anos	1.015.904	95.455	186.149	178.222	132.782	100.547	322.750
de 65 a 69 anos	831.819	80.226	140.291	132.033	103.162	79.686	296.421
de 70 ou mais	1.498.413	160.342	237.777	208.925	171.654	142.052	577.663
Total	**18.968.821,00**	**4.550.036,00**	**5.559.472,00**	**3.747.147,00**	**1.806.458,00**	**1.022.768,00**	**2.282.939,00**

Baseado em tabela do IBGE – Disponível em <http:// ibge.gov.br>

As família com filhos nas idades de 0 a 4 anos necessitam, quando em deslocamento, transportar diversos itens para atender as necessidades fisiológicas e de higiene dos seus filhos.
Analisando a esta rotina, foram encontradas dificuldades em na utilização da bolsa de bebê; tanto em aspectos ergonômicos e funcionais, como nos materiais empregados na confecção e em elementos de fixação e transporte.
Pensando nisso, a idéia deste projeto é desenvolver o redesign destas bolsas, analisando os fatores influentes; desde a análise dos materiais, passando a funcionalidade e parâmetros estéticos, chegando a uma forma que alie a funcionalidade e a estética em um custo acessível.

Objetivo

No desenvolvimento do produto, no entanto, fatores como acesso e visualização do interior e a rotina de utilização não são prioridade; gerando produtos estéticos e pouco funcionais.

1.1. Gerais

O projeto consiste no redesign de bolsa de segmento infantil (bolsa de bebê).

1.2. Específico

Desenvolver o redesign de bolsa de bebê pensando em fatores como; ergonomia, acessibilidade, usabilidade, resistência a interpéries, estética a um custo adequado.

1.3. Operacionais

Durante a pesquisa por materiais adequados, deve-se levar em consideração os processos de fabricação, impacto ambiental, resistência mecânica e química além do custo de produção.
Havendo esta escolha, os fatores ergonômicos, assim como os elementos de fixação devem ser pensados visando conforto e segurança ao usuário.
Por fim, o acabamento dever ser resistente, mas sutil ao toque.

Metodologia

A metodologia para o desenvolvimento divide-se nas seguintes etapas:

- Problematização
- Levantamento de dados (Quadro 01)
- Análise de Similares (Tabela 02)
- Materiais alternativos
- Geração de alternativas
- Aspectos ergonômicos
- Processos de fabricação
- Desenho técnico
- Rendering
- Modelo volumétrico
- Apresentação final

Problematização

Podemos organizar nas seguintes etapas:

2.1. Armazenamento

2.1.1. Difícil acesso aos itens

2.1.2. Falta de espaços específicos para produtos perecíveis (ex. mamadeira com leite) e frágeis (remédios)

2.2. Transporte

2.2.1. Alças inadequadas

2.3. Fixação

2.3.1. Elementos de fixação frágeis

2.4. Ergonomia
2.4.1. Má distribuição de peso

2.5. Material
2.5.1. Matérias permeáveis e de difícil higienização.
2.6. Valor
2.6.1. Pouco valor agregado

Resultados e Discussão

Levantamento de Dados

O levantamento de dados será feito através do seguinte modelo:

Modelo 00	
	MODELO:
	PREÇO:
	CAPACIDA
	TECIDO:
	COR:
	DIMENSÃO:
	OUTRAS INFORMAÇÕES:
Figura 00 - Similar 00	

Quadro 01 – Modelo de Levantamento de Dados

Análise de Similares

Tabela 02 - Análise de Similares

Bolsas Tradicionais											
Modelo	Imagem	Preço	Capacidade (Kg)	Tecidos	Cores	Variações	Dimensões				Outras Informações
							A	L	C	cm2	
1		R$ 190,00	*	Variável	Variável	*	40	30	12	14400	Feita à mão, modelo exclusivo. Estruturada com reforço nas alças. Fechamento com zíper Dois bolsos laterais pequenos e um grande frontal
2		R$ 31,50	*	Poliéster PVC	Azul Rosa	2	29,8	25,4	13,65	10332	Produzido em tecido sintético de fácil limpeza.
3		R$ 55,00	*	Poliéster plastificado, forrado plástico resinado	Azul claro e bege lilás e bege bege e branco	3	39	28	15	16380	Bolso interno e externo com trocador Com bolsos para colocar e trocar as três fotos. (Nos modelos Paris e Madrid são apenas duas fotos)
4		R$ 90,00	*	*	Variável	*	32	38	1	1216	Com trocador, nécessaire e saquinho para roupa suja
5		R$ 50,00	*	*	*	*	38	27	20	20520	Porta-mamadeira. Disponível em vários padrões. Bolso lateral / Porta-celular. Alça regulável permitindo o uso em 3 posições: mão, tiracolo e transversal.

6		R$ 225,00	9	*	Preto	1	*	*	*	*	Alças largas com duplo enchimento para conforto extra. Fivela dupla para maior segurança. Quatro bolsos para guardar celular, fralda, lenço, mamadeira.
7		R$ 95,00	*	Thinsulate Insulation 3M	Azul Marinho	1	*	*	*	*	Tiras com botão para usar no carrinho de bebê Duas bolsas externas Bolso para mamadeiras Bolsa para roupas sujas Compartimento inferior com zíper e trocador embutido
8		R$ 89,00	*	Poliéster emborrachado, forrado com plástico resinado	Azul Rosa	2	39	30	15	17550	Bolsos internos e externos com trocador Estampa bordada
9		R$ 249,00	*	*	*	*	*	*	*	*	Bolsa com bolso para chupeta, bolso térmico para mamadeiras, trocador de fraldas, protetor de ombro e alça ajustável, larga abertura compartimentada, prende aos carrinhos da linha.
10		R$ 398,00	*	Nylon	Azul Cinza	2	41	31	18	22878	Vem com um trocador.
11		R$ 590,00	*	Nylon	Preto	1	47	27,5	18	23265	Vem com um trocador e organizador para fraldas, mamadeiras etc

Média	R$ 187,50	9			2	38,23	29,61	14,08	15817,62

Após a tabulação dos dados, percebemos que os similares possuem em média duas variações de cores, e como matérias primas mais comuns o nylon e o poliéster.

Segundo Udale (2009)

> A poliamida (Nylon ou Náilon) é uma fibra resistente, leve mas que se derrete facilmente em altas temperaturas. É também uma fibra lisa, que não retém poeira e sujeira. Tem a absorvência muito baixa, portanto, seca rapidamente e não precisa ser passada. É feita de recursos não renováveis; assim, não é biodegradável. (...)
>
> O poliéster é uma fibra resistente, que não enruga, (...). É a fibra sintética mais utilizada e é comumente encontrada em misturas nas quais é usado paar reduzir o aspecto amassado do tecido, tornar o toque macio e adicionar propriedades drip-dry (secar sem enrugar).

Assim como a poliamida o poliéster também é feito a partir de recursos não renováveis, porém se não for misturado, ele pode ser fundido e reciclado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda existem muitas informações a serem buscadas para se chegar ao resultado esperado.

Será desenvolvida uma pesquisa, verificando as necessidades reais e as preferências das usuárias, a partir daí serão geradas alternativas para os problemas encontrados.

A princípio, o produto final terá capacidade térmica, para conservar a temperatura dos alimentos nela acondicionados; impermeabilidade, para conservar o seu interior e evitar vazamentos e distribuição interna de fácil manuseio.

Referências

BARRETO, Rosenilda. In: _____. A Bíblia da Mulher.Mundo Cristão. 2003. p. 387 e 865

BAXTER, Mike. **Projeto de Produto**. Guia prático para desenvolvimento de novos produtos. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

UDALE, Jenny. Fundamentos de Design de Moda: tecidos e moda. Porto Alegre: Bookman, 2009.
IBGE, Censo Demográfico. **Estatísticas do século XX**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível: <http://ibge.gov.br>. Acesso em 22 mar. 10

- **Bolsas de Bebê.**

Disponível:

<http://www.ninui.com/prodInfo.php?pId=2079>.Acesso em: 12 abr. 10

<http://www.elo7.com.br/item/32680/>. .Acesso em: 12 abr. 10

< http://www.lojadobebe.com.br>. Acesso em: 12 abr. 10

<http://www.bebechila.com.br/>. Acesso em: 12 abr. 10

<http://www.galzerano.com.br/2009/categorias.php>. Acesso em: 12 abr. 10

ANÁLISE DE SUPERFÍCIE DE PP E PEAD COM FIBRAS DE BANANA APÓS OS TESTES DE DEGRADAÇÃO EM DIFERENTES MEIOS

Paula M. Hashimoto
Rosinei B. Ribeiro
Daniella R. Mulinari

Centro Universitário de Volta Redonda - UNIFOA
Faculdades Integradas Teresa D'Ávila - FATEA

Resumo

A proposta deste artigo foi avaliar o comportamento da superfície do Polipropileno (PP) e Polietileno de Alta Densidade (PEAD) com cargas de 5% e 10% em fibras de banana em soluções de água destilada, etanol e cloreto de sódio (5%) durante 15, 30, 45, 60, 90, 200 dias. As amostras foram seccionadas e em seguida pesadas para o dimensionamento de área e o cálculo de degradação e absorção dos líquidos (diferença de massa em função do tempo), de acordo com os meios. Os resultados esperados mostram que quanto maior o tempo de imersão, maior a degradabilidade do material, independente do meio.

Palavras-Chave: Compósitos, Degradação, Design de Produto

Abstract:

The purpose of this article was to evaluate the surface behavior of polypropylene (PP) and High Density Polyethylene (HDPE) with loads of 5% and 10% in banana fibers in solutions of distilled water, ethanol and sodium chloride(5%) for 15, 30, 45, 60, 90, 200 days. The samples were sectioned and then weighed for the area measurement of the degradation and fluid (mass difference in function of time) absorption, according to the environment. The expected results show that the longer the immersion time, the greater the degradation of the material, regardless of the respective environment.

Keywords: *Composites, Degradation, Product Design*

Introdução

Os compósitos reforçados são denominados pela ação em que a fibra atua como uma fase dispersa nos produtos apresenta o caráter de alta resistência, rigidez em relação ao peso. Portanto, esses parâmetros são expressos em termos de resistência e módulo específico, sendo a razão entre o limite de resistência a tração e o peso específico, e entre o modulo de elasticidade e o peso específico [CALLISTER, 2008].
Uma das vantagens de usar material polimérico como o polipropileno e o polietileno, é a sua reciclabilidade. Compósitos poliméricos reforçados com fibras têm recebido uma grande atenção nas ultimas décadas por causa de sua força/tensão e módulo. Recentemente, as fibras naturais atuam como reforço aos compósitos poliméricos e tornou-se interessante devido a seu baixo custo e sua propriedade a biodegrabilidade [ARIB et. al, 2006]
As nanopartículas têm sido atraídas para o mercado e pesquisas por meio da facilidade de manipulação, produção e o potencial de suas características em diversos materiais. Hoje, os materiais industriais que apresentam a nanoescala são usados em diversas áreas, como, por exemplo, eletrônica, biomédica, farmácia, cosmético, energia, metalurgia, meio ambiente e catalítica [NOWACK, 2007].
Os polímeros absorvem água quando submersos em meio aquoso ou expostos à umidade, mas sua absorção depende muito do seu grau de polaridade, da cristalinidade, entre outros fatores. Já as fibras naturais tendem a absorver mais umidade. Então, um polímero reforçado com fibra natural torna-se o material com um maior grau de absorção de água, comparado a um polímero isolado [TAYSA OLIVEIRA et. al, 2010]. A intensidade da absorção pode haver modificações e perda de estabilidade dimensional dos componentes.
Para selecionar o material correto e após reduzir sua corrosão por tanto quanto possível, é essencial conhecer os efeitos de vários fatores, como temperatura, composição química, tratamento térmico, características superficiais e ambiente. [BAAH et. al, 2005]
Os compósitos reforçados por fibras naturais são aplicados em diversas áreas, desde a indústria automotiva, embalagens e até na construção civil. Alguns estudos têm demonstrado, ainda, que tratamentos químicos, realizados nas fibras, melhoram significativamente a adesão interfacial fibra/matriz, sobretudo, garantem as características interessantes e inerentes às fibras vegetais, contribuindo na gestão ambiental e industrial por meio da reciclagem dos polímeros. [KELLY CARDOSO et. al, 2010]

Justificativa

A carência da aplicação de materiais alternativos, como compósitos reforçados com fibras em diferentes composições de misturas em situações reais de uso em setores industriais.
Falta de trabalhos que interagem as áreas de novos materiais com o design de produto. Substituir alguns componentes do motor de caminhões por meio de compósitos reforçados.

Objetivos

O artigo tem como objetivo avaliar as reais características superficiais do Polipropileno (PP) e Polietileno de Alta Densidade (PEAD), com cargas de 5% e 10% de fibras de banana em soluções de água destilada, etanol (92,8°) e cloreto de sódio (5%) durante a imersão de 15, 30, 45, 60, 90, 200 dias.
Determinar a taxa de absorção do material em cada meio, aplicando a lei de Fick.

Materiais e Métodos

Foram utilizados nesta pesquisa o PEAD e PP, reforçados com 5% e 10% de fibra de banana.
A caracterização do compósito será realizada através de ensaios mecânicos, ensaio de absorção e por microscopia óptica.
A confecção dos corpos de prova para os testes de imersão foi realizada no Laboratório de Materiais, Texturas e Modelagem na FATEA com objetivos de prepará-los para os testes de degradabilidade em diferentes meios de imersão.
As amostras foram pesadas individualmente em balança analítica no Laboratório de Química do Instituto Santa Teresa para determinar a taxa de degradação.

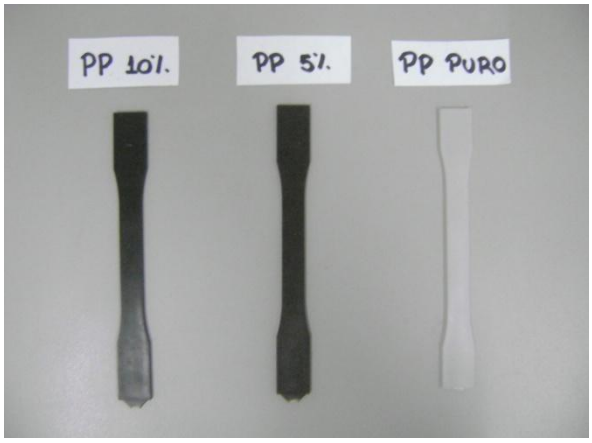


Figura 1 (a) – Corpo de prova PP em 10%, 5% e puro

Figura 1 (b) – Balança de precisão

Os meios de imersão definidos para os testes de degradação foram: Água destilada, Cloreto de Sódio em solução de 5% e Etanol (92,8°) durante 15, 30, 45, 60, 90, 200 dias.

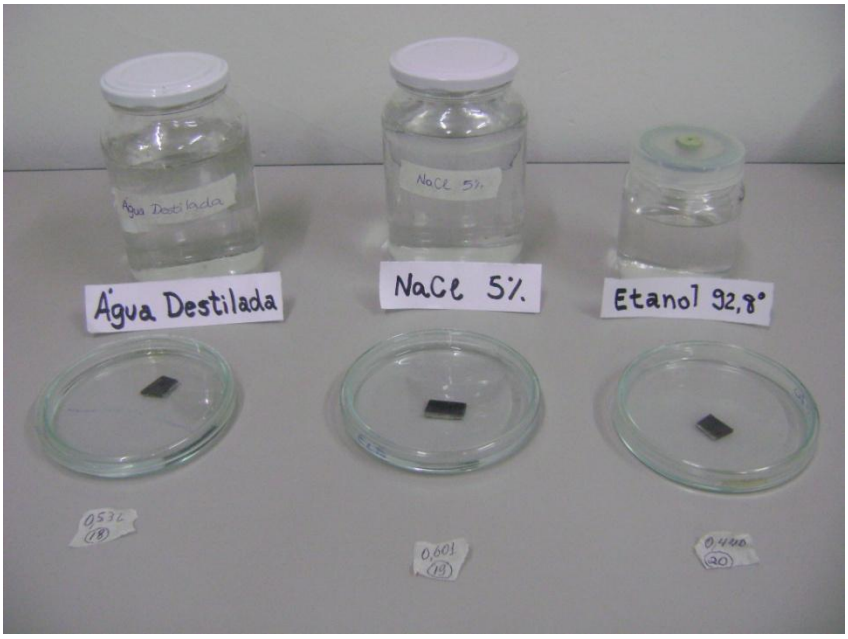
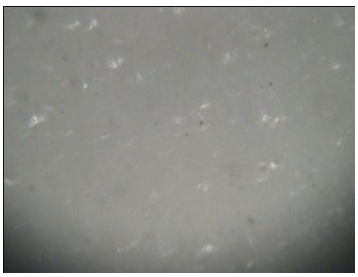


Figura 2 – Diferentes meios – Água destilada, Cloreto de Sódio e Etanol

Para a análise de superfície dos materiais foi utilizado um microscópio óptico, marca Topcon, com o aumento em até 100X.

Figura 3 – Microscopia óptica para análise de superfície

Antes da imersão foram retiradas algumas fotos para a análise.

		
Figura 4 (a) - PP com 5% de fibra de banana	Figura 4 (b) - PP com 10 % de fibra de banana	Figura 4 (c) - PP puro

Observa-se que quanto maior a porcentagem de fibras, menos elas se dispersam por ter menos área livre.

A microscopia óptica foi realizada com magnificações de 50X e 100X. Identificaremos o grau de degradação e possíveis artefatos superficiais ocasionados pela ação das soluções (meios) após os testes de imersão estática.

Para o teste de absorção, serão realizados os testes em PP puro e com 5% e 10% de fibra de banana e PEAD com 10% de fibra de banana para o estudo de absorção de água, cloreto de sódio, etanol e diesel, aplicando a lei de Fick para calcular a absorção e suas conseqüências na superfície do material. Os corpos de prova serão medidos, pesados e imersos nos meios (Água destilada, Cloreto de sódio e Etanol), à temperatura ambiente.

Em intervalos de tempo pré-determinados, serão retirados do meio, pesados em uma balança e novamente recolocados no banho. Este procedimento será repetido por um tempo determinado, até a sua saturação. Ao final do ensaio será obtida a curva de absorção (%) *versus* tempo de imersão (dias).

Para o cálculo da razão de absorção, utilizaremos a fórmula:

Ganho de massa (absorção) % = [(B-A)/A]x100

Sendo A= o peso da amostra seca e B= o peso da amostra após imersão

Resultados e discussão

A análise das propriedades mecânicas de um material é essencial para a seleção deste para o projeto de um produto. Portanto, avaliar um compósito reforçado com fibras vegetais, no caso a fibra de banana, pode servir como base de comparação desse compósito com o polímero puro, e avaliar suas vantagens e desvantagens, e onde pode ser aplicado.

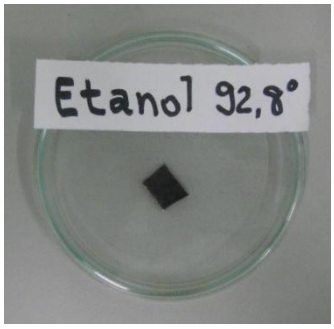
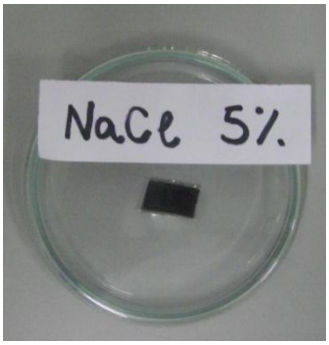
		

Figura 5 (a) – cpd no etanol	Figura 5 (b) – cpd na água destilada	Figura 5 (c) – cpd no Cloreto de sódio

Os resultados esperados mostram que quanto maior o tempo de imersão, maior a degradabilidade do material, independente do meio, e isso dificulta a adesão na aplicação das texturas em sua superfície e suas aplicações como componentes automotivos.

Este projeto de pesquisa contempla uma bolsa de iniciação cientifica do PIBITI-CNPq – FATEA – 2010-2011 esta vinculada ao curso de graduação em Desenho Industrial – Projeto de Produto em parceria com uma indústria automotiva sediada em Porto Real – Rio de Janeiro e visa a construção de protótipos de elementos de máquina usados em motores de caminhões e ônibus. (Figura 6)

Figura 6 – Exemplo de um motor de caminhão (fabricado pela cummins) - www.sinco.net

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão da bolsa do PIBITI – Processo: 129222/2010-0

Referências

Callister, Jr., W.D.; Ciências e Engenharia de Materiais: Uma introdução: Editora LTC, Rio de Janeiro, 2008.

Nowack B.; Bucheli T. D.; Occurrence, behavior and effects of nanoparticles in the environment. Environmental Pollution, 150, 2007, pp. 5 – 22.

R.M.N. Arib, S.M. Sapuan,M.M.H.M Ahmad, M.T. Paridah, H.M.D. Khairul Zaman. Mechanical properties of pineaple leaf fibre reinforced polypropylene composites. Materials and Design 27 (2006) 391-396

Taysa A. Oliveira, Alison Teixeira; Daniella R. Mulinari; Shane A. S. Goulart, Patrícia C. Miléo. Influência do agente compatibilizante na absorção de água dos compósitos PP reforçados com fibras da palmeira.

C.A. Baah, J.I. Baah. Absorption of maleic acid, glycerol, hexamine and phthalic acid solutions by polypropylene. Materials and Design 26 (2005) 545-548

Kelly A. Cardoso; Marcel F. dos Santos; Cleber Fenili. Obtenção e caracterização de polietileno de alta densidade a partir de fibras de coco, bananeira e casca de pinhão. Universidade do Extremo Sul Catarinense, (2010).

PROJETO GRÁFICO DE ESTAMPAS PARA CUSTOMIZAÇÃO DE NOTEBOOKS

Suni Sâmua Campos de Silva
Paulo Vinícius de Omena Pina

Faculdades Integradas Teresa D'Ávila - FATEA

Resumo

Este projeto propõe a criação de estampas para Notebooks voltadas para estudantes universitários, permitindo ao usuário alterar suas características estéticas básicas, a fim de atender suas necessidades pessoais. Para o desenvolvimento desse trabalho serão analisados o perfil do consumidor, as tendência e similares existentes no mercado.As estampas serão criadas com base em estudos dos aspectos compositivos, como combinação de forma e cores para posterior aplicação no produto final; ampliando assim a visão cultural e crítica sobre questões de estilo, estética e tendência.

Palavras-Chave: Customização, Notebook e Estampa

Abstract

This project proposes to create prints for a laptop geared for college students. Allowing the user to change their basic aesthetic characteristics, in order to meet their personal needs. To develop this work will be examined consumer profile, and similar trend in the market. The prints will be created based on studies of compositional aspects such as shape and color combination for application to the final product, thus expanding the cultural vision and critical issues of style and trend.

Keywords: *Customization - Notebook – Pattern.*

Introdução

A customização surgiu primeiro na comunicação com ações de marketing direto, entre os anos 70 e 80. No final da década de 90 esse conceito foi se expandindo para os serviços e produtos.
Personalização e Customização geralmente usadas como sinônimos, tem conceitos bem distintos, então para que não seja abordado de forma errada vamos analisar o conceito de ambos.
A personalização trata de um projeto feito para apenas uma pessoa. O objeto personalizado tem características aplicáveis apenas a pessoa que o está adquirindo, o que provavelmente não atenderá 100% das necessidades de outra pessoa.

Já a customização é o conceito de que um produto criado e projetado para produção em massa, de forma industrial e com características estéticas e funcionais que a atendam a maior quantidade de pontos em comum de um grupo de pessoas, possa ter algumas dessas características alteradas pelo consumidor final, aproximando assim o produto do mesmo.
Objetos personalizados são facilmente encontrados no artesanato porque não são feitos em grande escala e são produzidos manualmente podendo cada um deles ser montado diferente um do outro, buscando atender cada uma das necessidades do consumidor, valorizando muito mais o produto oferecido.
A personalização em relação ao design é incompatível, visto que o design está voltado para produção em massa. Entretanto a especificidade do produto buscada pelo consumidor hoje em dia, se torna possível na customização que algumas indústrias oferecem para seus produtos.
A customização pode atuar em muitas áreas diferentes, ela pode estar presente no tipo de atendimento, na entrega do produto, na sua montagem etc.
Podemos identificar 4 tipos diferentes de customização, não há regras quanto a sua utilização, ficando a empresa livre para escolher aquela que julgue mais adequada. São elas:

Colaborativa: identifica as necessidades do consumidor juntamente com este, precisando exatamente seus desejos e exigências.
Adaptativa: oferece produtos que podem ser customizados sem a interferência direta da empresa. Para tal fim, o produto é desenvolvido de forma a possibilitar que o usuário possa ele mesmo escolher e / ou montar variações do produto de acordo com suas necessidades.
Cosmética: apresentar um produto padrão de forma distinta para diferentes consumidores. Esta categoria corresponde a pequenas alterações no produto, como por exemplo, cor, promoção e apresentação.
Transparente: oferece produtos e ou serviços individualizados para o consumidor sem que ele saiba explicitamente que eles foram customizados para ele.

Outra denominação importante quando falamos em customização é a segmentação. Se todos fossem iguais, isso não teria sentido, mas como as pessoas são diferentes se comportam de maneiras diferentes, é imprescindível que se faça uma segmentação, que sejam encontrados os nichos de mercado para uma oferta de produtos e serviços apropriados a cada consumidor, diz Sérgio Augusto Alvez, diretor da Data Search em entrevista em entrevista para META ANÁLISE.
Sobre a customização é possível observar que, em alguns setores da indústria, o automotivo por exemplo, as opções oferecidas já são esperadas pelo consumidor. Mas tem alguns seguimentos que conseguiram destacar-se no mercado pelo diferencial oferecido, como é o caso da geladeira Brastemp You, pois não é comum que se possa montar uma geladeira combinando uma grande variedade cores e acessórios no momento da compra.
Hoje se vê que o mercado e as indústrias começam a adquirir uma nova postura quanto ao relacionamento com os consumidores, onde o foco não está mais apenas na comunicação do produto e sim na relação direta entre produtor e consumidor

Objetivos

Objetivo Geral
Desenvolver estampas para a customização de notebooks voltadas para o estudante universitário.

Objetivos Específicos
A fim de atender às necessidades estéticas específicas desse público, as estampas serão criadas com base em:
Perfil do consumidor;
Estudo da imagem e aspectos compositivos como forma e cor;
Análise de tendência.

Justificativa

O consumidor, ao escolher um produto, tem buscado cada vez mais variedade, qualidade, melhor design, custo reduzido e principalmente melhor relacionamento com a empresa que os fornece.
Para tanto as organizações que estão em alta hoje, são aquelas que conseguem melhorar continuamente seus produtos e processos de produção, agindo de forma rápida.
A customização surge como ferramenta de disputa entre as empresas, tornando o mercado mais competitivo.
Os consumidores, agora no controle, podem escolher como serão produzidos seus carros, seus computadores e até mesmo seus tênis. Essa tendência é um caminho sem volta, e para as empresas agora, uma questão de sobrevivência.
Quanto mais se conhece o consumidor, mais se consegue oferecer produtos customizados e relevantes para ele. Assim, se o interessado tiver que fazer uma escolha entre um produto ou outro, terá uma inclinação maior para aquilo que fizer mais sentido para ele.
Quando a Ford deu início à sua linha de montagem, só produzia carros de um modelo e de uma cor. Nos dias atuais você pode, em qualquer concessionário ou sites de montadoras, fazer a configuração do seu carro.
De fato o mercado tem que mudar, hoje o consumidor não quer mais apenas preço bom e qualidade, pressupondo que o produto, obrigatóriamente, venha de fabrica com esses atributos. Ele quer um conjunto, e se esse conjunto vier com seu estilo, muito melhor!
Deve haver um bom planejamento por trás da customização. No entanto, nem sempre customizações exigem maiores gastos. Muitas vezes é mais uma questão de criatividade do que de dinheiro. Um bom exemplo é a Dell onde você configura seu computador pela internet e ele é produzido no sistema *just-in-time*. Isso significa satisfazer melhor os clientes e, junto com isso, promover um grande corte de custos com estoques.

Em um artigo da revista Exame diz que uma pesquisa recente conduzida pela consultoria Booz Allen Hamilton mostrou que a personalização interfere positivamente nos resultados.

Realizado com 50 empresas da Europa e dos Estados Unidos, o levantamento conclui que as companhias que adotam a customização de produtos em graus mais elevados têm o dobro de chance de crescer. O estudo mostra ainda que essas companhias se tornam mais competitivas e têm maior probabilidade de dar lucro.

O consumidor tem dado demonstrações de que aceita pagar e esperar mais, caso o produto tenha o seu jeito, o seu estilo. Especialmente estimam que a média razoável de ágio fique de 15% a 30% acima dos preços cobrados por produtos padrão.

“O consumidor tem demonstrado que gosta de dar seu toque ao produto” diz Tania Limeira, do departamento de mercadologia da FGV/SP. No Brasil a próxima empresa a se aventurar na customização é a São Paulo Alpargatas, que já produz Havaianas sob encomenda para determinados eventos, como o casamento de Angélica e Luciano Huck. “A customização é o sonho de qualquer empresa de bens de consumo”, diz Márcio Utsch, presidente da companhia.

O motivo que levou a escolha de Notebooks com produto a ser customizado foi a explosão de consumo nessa área que se observa hoje.

Hoje os Notebooks estão na mão do povo e são quase tão usados quanto os celulares. Mas antes eram objetos que só pessoas com poder aquisitivo razoável podiam ter.

Essa realidade mudou, até dezembro de 2010, as vendas de notebooks crescerão 40%.

A estimativa de consultorias de tecnologia é de que sejam comercializados 6,5 milhões de unidades no Brasil, e com esse resultado os portáteis vão superar os PCs de mesa, conhecidos também como desktops, pela primeira vez na história.

Isso se deve a concessão de incentivos fiscais, que deixaram o equipamento mais barato. Também o aumento do número de fabricantes acelerou a concorrência, em 2005, havia 15 empresas, hoje, são 24. E a expansão do crédito ajudou a classe C a adquiri-los. “O consumidor olha o valor da prestação e ela agora cabe no bolso”, diz César Aymoré, diretor de marketing da Positivo.

A Acer, segundo maior fabricante de PCs do mundo, tem uma estratégia para tentar chegar à liderança do segmento de notebooks. Ela só vai fabricar os portáteis no Brasil e está atuando agressivamente na questão preço. Netbooks da marca chegaram a ser comercializados por R$ 800 em promoções de varejistas no final de 2009. A coreana Samsung, que já importa o equipamento, promete a produção de laptops nacionais para o primeiro trimestre de 2010. E Positivo, HP e Dell, que também estão entre os maiores fabricantes do mercado brasileiro, preparam seus modelos e suas estratégias. “Queremos crescer acima da média do setor e ganhar participação de mercado”, afirma Cláudio Raupp, vice-presidente do grupo de sistemas da HP.

A Positivo, líder do segmento de computadores pessoais brasileiros, ampliou a capacidade produtiva de sua fábrica, em Curitiba, de 240 mil para 330 mil unidades por mês.
E a Dell diz que há tempos vende mais laptops do que desktops no Brasil. “Quem usava equipamentos da empresa no trabalho comprou um notebook para suas casas”, diz Fábio Lemos, gerente de marketing da companhia.
Diante da necessidade do consumidor unida a demanda crescente pelo uso dos notebooks, observa-se assim a oportunidade de, através de estudos e da utilização de ferramentas e conhecimentos adquiridos ao longo curso de Desenho Industrial, propor uma solução para o projeto gráfico de estampas.

Método

O método empregado para elaboração e desenvolvimento do presente projeto será constituído das seguintes etapas:

Pesquisa Teórica
Diferencial Semântico;
Estudo dos tipos de customização;
Estudo das cores;
Estudo do Gestalti.

Pesquisa de Campo
Enquete;

Análise de Dados
Análise dos Similares;
Análise Semântica de Imagens.

Síntese
Definição dos parâmetros técnicos.

Geração de Alternativas
Elaboração das Alternativas;
Matriz Concepção;

Seleção da melhor Alternativa
Matriz de avaliação;
Tabulação dos resultados encontrados;
Aplicação do protótipo no produto;
Apresentação da proposta.

Referências

Arnheim, Rudolf, 2005 – Arte e Percepção Visual: uma psicologia de visão criadora - Ed. Nova Versão

Farina, Modesto, 2006 - Psicodinâminca das Cores em Comunicação - 5ª Edição Revista e Ampliada

http://i9mercado.blogspot.com/2010/01/na-onda-dos-notebooks.html

http://portalexame.abril.com.br/revista/exame/edicoes/0852/marketing/m0062174.html

Marx, Karl, 1996 – O capital, Crítica da economia política – Ed. Nova Cultural

www.culturabrasil.org/revolucaoindustrial.htm

www.metaanalise.com.br/inteligenciademercado/palavra-aberta/entrevista/quem-e-o-que-quer-o-consumidor.html

POLTRONA COM SUPORTE PARA NOTEBOOK.

Pedro Felipe Elizei Santiago
Glauco José Rodrigues Azevedo
Nelson Tavares Matias

Faculdades Integradas Teresa D'Ávila - FATEA

Resumo

O projeto consiste em desenvolver uma poltrona com suporte para utilização de Notebook. O objetivo principal desse tema, é criar um móvel que possa ser utilizado em diversos ambientes, como salas, escritórios, quartos e etc; e com desenvolvimento do suporte, em que o usuário possa utilizar seu Notebook enquanto estiver sentado na poltrona. Será realizado um estudo ergonômico e uma análise dos materiais, com relação ao custo, usabilidade etc; mantendo uma atenção maior quanto a utilização de um design diferenciado e atrativo. Com o resultado espera-se atingir a satisfação dos usuários, dando ênfase no conforto, na praticidade e na inovação do produto.

Palavras-chave: Poltrona, Suporte, Notebook.

Abstract

The project is to develop a chair with support for using the notebook. The main objective of this theme is to create a mobile that can be used in various environments such as classrooms, offices, bedrooms, etc. and with development support, in which the user can use your notebook while sitting on the couch. A detailed study and an ergonomic analysis of materials with respect to cost, usability, etc, keeping a greater focus on the use of a different design and attractive. The result is expected to achieve the satisfaction of users, with emphasis on comfort, convenience and product innovation

Keywords: Armchair, Bracket, Notebook

Introdução

Poltrona, também conhecida como cadeirão e como cadeira – de – braços, é uma cadeira almofadada que na maioria das vezes é utilizada em salas de uma casa, fazendo conjunto com os sofás. É um móvel de uso individual, e atualmente com a evolução de suas formas e estética, as poltronas estão sendo muito utilizadas como objeto de decoração.

Os notebooks são computadores portáteis tiveram sua primeira geração criada em 1882 (Evolução dos Notebooks, 2010). Hoje em dia, com toda a evolúção tecnológica, o notebook passou a ser instrumento de trabalho e indispensável para determinadas pessoas.

O projeto tem a finalidade de mesclar estes dois produtos, criando assim, uma poltrona com o suporte para utilização de notebook.

Com este projeto, espera-se eliminar todas as inadequações que se encontram quando o individuo utiliza o notebook estando sentado em uma poltrona. Espera-se buscar a satisfação do usuário e aumentar o valor do produto estéticamente.

Justificativa

Atualmente, as poltronas são criadas com um alto valor estético e mesmo assim mantém toda a sua parte ergonômica correta. Mas quando se trata da utilização de notebook durante o uso da poltrona, sua postura passa a ser inadequada, gerando um alto desconforto.

Com base nestes problemas, o projeto busca aplicar soluções ergonômicas na poltrona que irá ser criada.

Objetivos

- **Gerais**

Desenvolver uma poltrona com suporte para notebook, de modo a manter a postura ideal do usuário, quando utilizar o notebook sentado a poltrona.
Proporcionar a otimização do espaço onde o usuário estará sentado, utilizando soluções ergonômicas, aumentando assim, o conforto e a satisfação do usuário.

- **Específicos**

Aplicar o Design e assim aumentar a estética do produto.
Criar e inovar um modelo de poltrona.
Atender todas as necessidades dos usuários, quanto ao conforto, usabilidade, facilidade de locomoção.

- **Operacional**

Utilização de um design diferenciado e uma nova função para a utilização da poltrona.

Metodologia

A metodologia que será aplicada nesse projeto, será elaborada através de etapas divididas nos seguintes processos:

1. Problematização – Levantamento dos problemas encontrados nos produtos existentes no mercado.

2. Análise dos dados – Análise dos produtos similares e a indicação dos pontos positivos e negativos de cada similar.

3. Estudo Ergonômico – Irá definir a forma e as dimensões ideais para a utilização do produto.

4. Geração de alternativas – Seleciona a melhor alternativa encontrada em relação a estética, funcionalidade, custo e fabricação.

5. Detalhamento técnico – Será aplicado as medidas específicas para o produto, os materiais utilizados na composição do projeto e os processos de produção.

6. Rendering – Ilustração que apresentará o projeto, e será criado através de programas digitais.

10. Modelo físico – Construção de um modelo físico para a apresentação, o modelo será elaborado através de escalas, podendo ser realizada a apresentação do produto, demonstrando suas dimensões, funcionalidade, usabilidade e a estética.

11. Apresentação – Exposição dos métodos utilizados para a construção do projeto.

Problematização

- **Reconhecimento do Problema**

As poltronas criadas atualmente, cada vez mais compõem um design diferenciado e atraente. Mas quando se trata da utilização de notebook enquanto o usuário está sentado em uma determinada poltrona, gera um mal posicionamento do usuário acarretando um desconforto ergonômico.

- **Delimitação do Problema**

- Falta de estrutura;

- Material;

- Deficiências Ergonômicas;

- **Formulação do Problema**

Falta de estrutura; - com a falta de uma estrutura adequada o usuário acaba utilizando almofadas (para aumentar a altura do notebook) ou algo parecido.

Material – com a utilização de materiais inadequados, como os matérias de uma almofadas, podendo assim, causar danos ao notebook.

Deficiências Ergonômicas – mesmo utilizando uma almofada, a postura do usuário continua inadequada, podendo causar uma série de problemas.

Levantamento de Similares

Similar 1: Suporte para notebook com conforto no sofa ou na cama – NOTTABLE

Figura 1– Modelo de suporte para Notebook "NOTTABLE"

Construído em alumínio, possui alguns componentes em plástico e bronze, tem acabamento polido e anodizado.

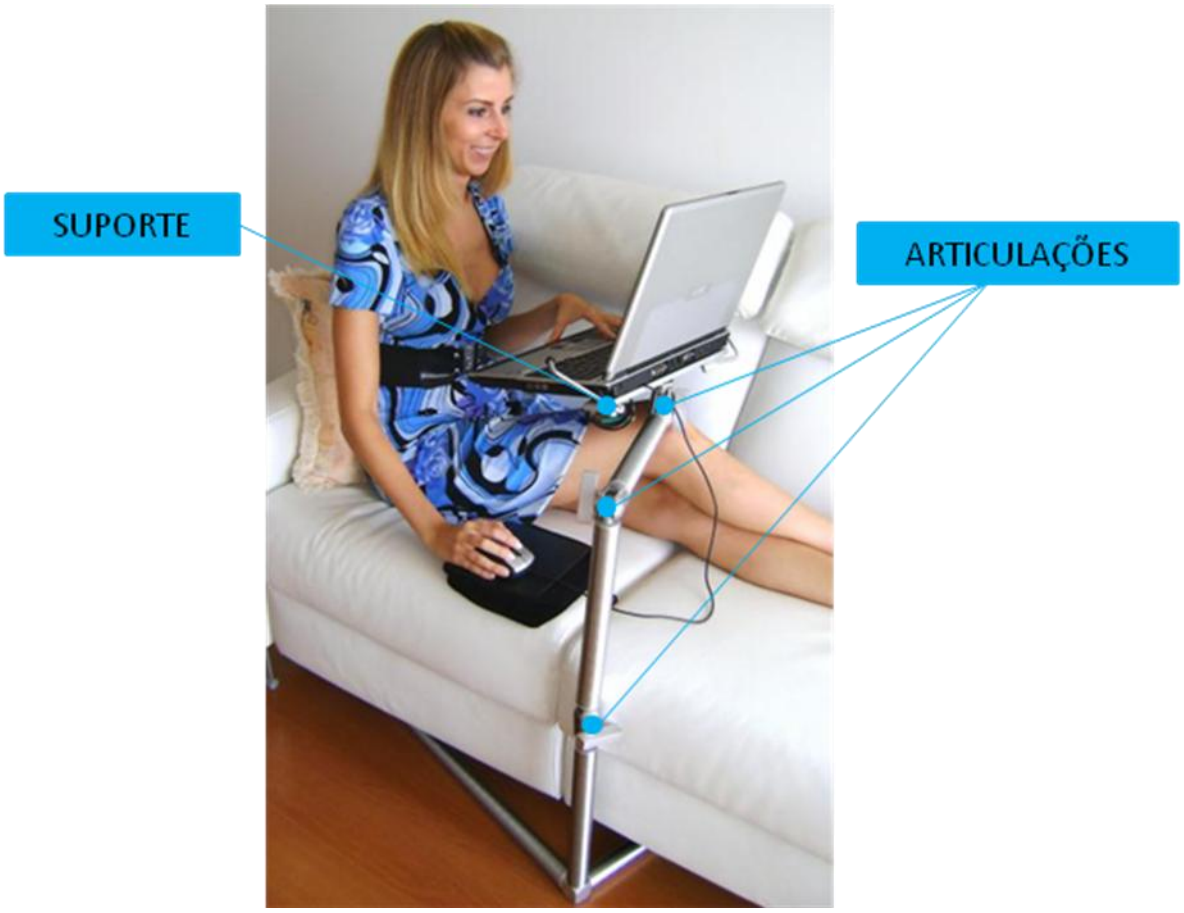


Figura 2 – Vista lateral do suporte "NOTTABLE"

O suporte constitui um braço robótico com três articulações e possibilita uma regulagem de inclinação de 0º à 90º, altura de 10 cm à 90 cm e avanço de 0 cm à 40 cm.

Similar 2: Suporte para notebook – BC32

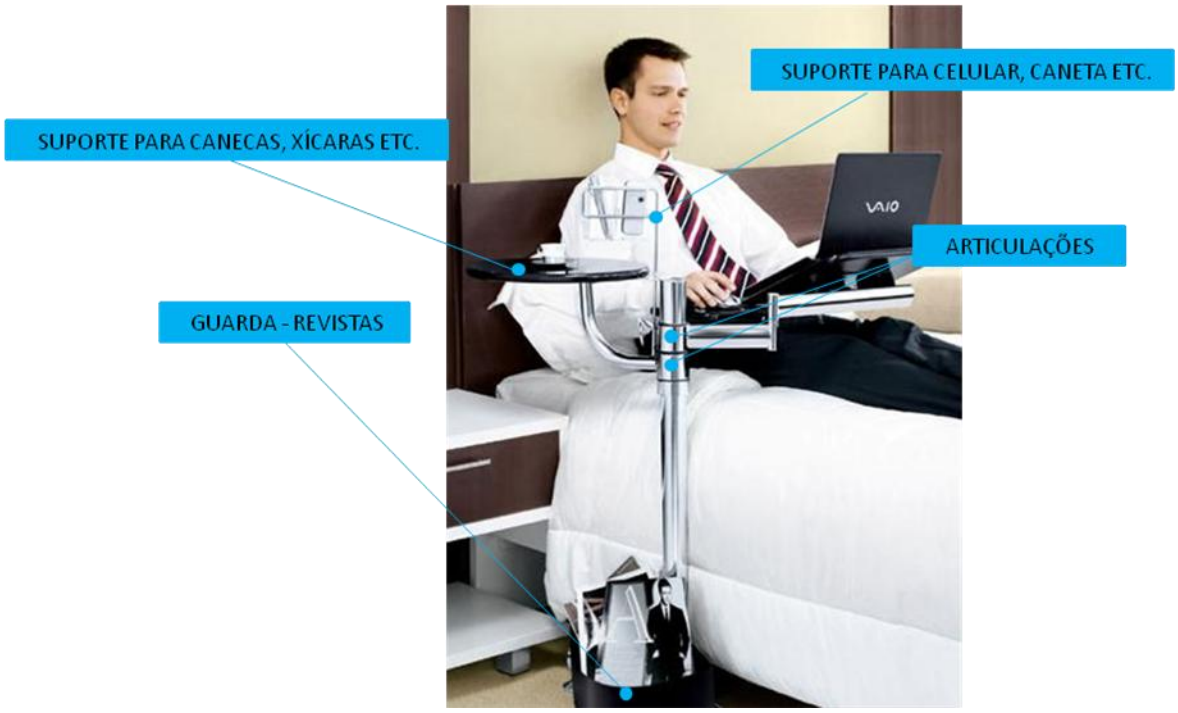


Figura 3 – Modelo de suporte para Notebook "BC32"

Este suporte tem a característica de obter algumas outras funções como: Guarda revistas, Suporte para canecas, xícaras, canetas, celulares etc. O suporte possui duas articulações, que são utilizadas, no suporte das canecas e xícaras, e no suporte de encaixe do notebook.

Figura 4 – Modelo de suporte para Notebook "BC32"

Toda a estrutura do modelo de suporte, é de alumínio, utilizando – se acrílico nos detalhes do: Mouse pad, Guarda revistas, Suporte de encaixe do Notebook e na base utilizada para o apoio de xícaras, copos, canecas etc.

Referências

NOTEBOOKS SITE. Evolução dos notebooks**.** Disponível em: < http://www.notebooks-site.com/dicas/historia.html>. Acesso em: 20 jun. 2010

ARTMETAL. Mesa para notebook cromada ajustável. Disponível em:<http://artmetalmoveis.com/loja/product_info.php?cPath=32&products_id=47&osCsid=00412afd21ac0e3ad5f1b54d1cb2b734>. . Acesso em: 20 jun. 2010

CIDADE SÃO PAULO. Suporte para notebook com conforto no sofa ou na cama nottable. Disponível em:

<http://cidadesaopaulo.olx.com.br/suporte-para-notebook-com-conforto-no-sofa-ou-na-cama-nottable-iid-30247675> . Acesso em: 24 jun. 2010

PALMFORUM. Suporte para notebook BC32 10 a 17. Disponível em:

<http://www.palmforum.org/forum/viewtopic.php?f=96&t=30850#p315508>. Acesso em: 22 jun. 2010

IIDA. I**. Ergonomia** – projeto e produção.2°ed. São Paulo: Ed.Edgar Blücher Ltda, 2005. Disponível em: <http://www.modavestuario.com/485osefeitosdaposicaosentada.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2010